

“DISMINUCIÓN DE LA MORTALIDAD EN LOS ADULTOS CON LESIONES POR TRAUMATISMO TRASLADADOS POR LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS CON HELICÓPTEROS”

NO HAY DUDA DE QUE LOS SERVICIOS MÉDICOS DE EMERGENCIA CON HELICÓPTERO (SEMH o HEMS) constituyen hoy una herramienta muy importante en la asistencia y traslado de las víctimas de trauma grave que complementa a los sistemas terrestres y con los que sus resultados deben ser comparados.

Es bien conocido que su principal *ventaja* es la reducción del tiempo, tanto para el inicio de la asistencia en el lugar como para el traslado hasta el centro en el que se realiza el tratamiento definitivo. Esta ventaja es especialmente significativa en áreas remotas y/o de difícil acceso.

Sin embargo, a nadie escapa que sus mayores *inconvenientes* son el elevado coste económico y el no menos importante incremento de los riesgos propios del vuelo en helicóptero, en general, y de las misiones HEMS, en particular.

Por todo ello, el análisis de los riesgos y beneficios de los HEMS constituye un frecuente motivo de estudio.

En el trabajo que aquí presentamos se hace un *extenso análisis retrospectivo* para determinar si el tipo de recurso aéreo o terrestre influye en la mortalidad hospitalaria de las víctimas de trauma grave. Se revisaron más de 56.000 asistencias a adultos trasladados en Estados Unidos durante el año 2007 ajustando los resultados según las características demográficas y la severidad de las lesiones. El importante tamaño de la muestra y su cuidadoso análisis nos obliga a tener muy en cuenta sus resultados y a compararlos con la bibliografía.

Los autores logran mostrar una *reducción de la mortalidad en los traslados aéreos respecto a los terrestres* mayor de la ya encontrada en estudios previos¹, pero sólo para víctimas de *hasta 54 años de edad* y sugieren que el tipo de traslado no influye en la mortalidad hospitalaria de las víctimas de trauma de edad avanzada.

Conclusiones como ésta, si son reproducidas en otros estudios, nos pueden ser útiles para definir mejor las *indicaciones del empleo de los HEMS* así como la justificación de sus elevados costes económicos y del no menos importante riesgo adicional que para el paciente y los profesionales suponen estos servicios. La utilidad y justificación de los HEMS medidas por el ratio entre riesgos y beneficios será tanto mayor cuanto mejor seleccionemos a las víctimas candidatas al traslado aéreo.

Una pregunta clave a responder a través de éste y otros estudios sigue siendo: ¿cuáles son los pacientes que más se benefician del traslado en helicóptero? Los resultados de estudios similares muestran a un varón joven con trauma grave (índice de severidad elevado) y/o traumatismo penetrante, especialmente en áreas rurales remotas como el paciente que obtendría la mayor reducción de la mortalidad hospitalaria.

No debemos olvidar que el trauma grave es sólo una parte de la demanda de los HEMS que también pueden y deben justificar sus ventajas en otras patologías y que, como en todas las emergencias, la *coordinación entre los recursos* y niveles supone un factor muy importante para mejorar los resultados que serán limitados por el eslabón más débil de la cadena asistencial. De tal manera, que el más sofisticado sistema HEMS no ofrecerá beneficios significativos si no se integra en un plan de actuación bien diseñado y coordinado.

En Europa coexisten, al igual que en las ambulancias terrestres, varios modelos HEMS, algunos con paramédicos, otros con médicos/as y/o enfermeros/as e incluso modelos mixtos.

Una extensa revisión sistemática británica muy reciente² analiza también la mortalidad de las víctimas de trauma que han sido trasladadas mediante helicóptero o ambulancia, y concluye que, pese a que se precisen más estudios, los criterios a considerar en la elección del medio de transporte idóneo en cada caso son los factores geográficos, los tiempos estimados de transporte y el tipo de asistencia requerida.

En España el desarrollo de los sistemas HEMS y la experiencia acumulada nos permiten e invitan a realizar estudios similares en los que comprobar cómo se reproducen estos resultados en nuestro medio e, incluso, a ampliarlos más allá de la mortalidad tal y como sugieren los autores del trabajo que presentamos.

Los equipos asistenciales HEMS varían de unas a otras regiones: médico/a más enfermero/a es la fórmula habitual, aunque en algunas comunidades como Madrid también vuela el técnico de emergencias. En algunos equipos, los profesionales tienen turnos sólo para el helicóptero mientras que en otros están también en ambulancias y pueden tener activaciones terrestres y aéreas según las necesidades asistenciales. De hecho, algunos servicios HEMS han perdido su equipo sanita-

rio adjunto quizás por el entorno económico desfavorable. Esto nos brinda la oportunidad de comparar los resultados anteriores y posteriores a la reducción del servicio.

En **Andalucía**, desde 1995, la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias da cobertura aérea desde el amanecer al atardecer a las 8 provincias mediante 5 helicópteros que, en el año 2010, realizaron 1.464 activaciones y asistieron a 995 pacientes.

En concreto, Granada y Málaga cuentan con equipos de enfermeros/as y médicos/as que desde el 2008 realizan, de forma habitual, la gran mayoría de sus turnos en el helicóptero permitiendo así un mayor entrenamiento y especialización en este medio.

Realizamos 3 tipos de servicios principalmente:

- Asistencia y traslado de accidentados en carretera o en zonas remotas de difícil acceso.
- Asistencia y traslado de pacientes críticos a solicitud de los dispositivos de urgencias o atención primaria en poblaciones alejadas de sus hospitales de referencia.
- Traslados secundarios urgentes desde hospitales comarcales a regionales o de éstos a centros especializados como la unidad de reimplantes en Sevilla o el hospital de paraplégicos de Toledo.

Los problemas y limitaciones que encontramos con más frecuencia en nuestro servicio, más allá del ruido,

las vibraciones y los cambios de presión que son propios y comunes del medio, son:

- La carencia del técnico de emergencias, pues nos exige mayor esfuerzo y coordinación. No obstante, el tripulante HEMS que durante el vuelo actúa como copiloto, nos ayuda durante la asistencia en el lugar a la que también pueden colaborar equipos terrestres de la zona.
- El espacio reducido que limita el tamaño del paciente, las maniobras que se pueden realizar a bordo y el equipamiento que se puede transportar. El modelo Agusta 109 Power que empleamos tiene una de las cabinas asistenciales más pequeñas pero, en contrapartida, es uno de los más rápidos.
- Las zonas de aterrizaje que no siempre están bien definidas, especialmente en áreas remotas donde el límite entre asistencia y rescate queda difuso. En estos servicios trabajamos en colaboración con bomberos de la zona e incluso otros helicópteros cuando se precisa rescate con grúa.

Bibliografía

1. Ringburg AN, Thomas SH, Steyerberg EW, Van Lieshout EMM, Patka P, Inger B. Lives Saved by Helicopter Emergency Medical Services: An Overview of Literature. *Schipper Air Med J*. 2009;28:298-302.
2. Butler DP, Anwar I, Willett K. Is it the H or the EMS in HEMS that has an impact on trauma mortality? A systematic review of the evidence. *Emerg Med J*. 2010;27:692-701.

DISMINUCIÓN DE LA MORTALIDAD EN LOS ADULTOS CON LESIONES POR TRAUMATISMO TRASLADADOS POR LOS SERVICIOS DE EMERGENCIAS MÉDICAS CON HELICÓPTEROS

Ernest E. Sullivent, MD, MPH; Mark Faul, PhD, MA, y Marlena M. Wald, MPH, MLS

RESUMEN

Contexto. En algunos estudios se ha demostrado que con los servicios de emergencias médicas que utilizan helicópteros (SEMH) se consiguen resultados mejores, mientras que en otros estudios esto no ha sido así. Las cuestiones relacionadas con la seguridad y con los costes económicos han llevado a la revaluación del uso generalizado de los SEMH. **Objetivo.** Determinar si el tipo de traslado influye en la mortalidad de los pacientes traumatológicos. **Métodos.** Se han obtenido a partir del National Sample Program del National Trauma Data Bank de 2007, datos correspondientes a 56.744 adultos ≥ 18 años de edad con traumatismos que fueron trasladados hasta 62 centros traumatológicos estadounidenses mediante helicópteros ambulancia o mediante ambulancia de tierra. Se calculó la mortalidad hospitalaria en los diferentes grupos definidos por las características demográficas y por la gravedad de las lesiones. Los cocientes de posibilidades ajustados (CPA) se determinaron mediante un modelo de regresión logística con el que fue posible cuantificar la asociación entre mortalidad y tipo de traslado, con control de la edad, el sexo y la gravedad de las lesiones (escalas puntuación de gravedad de las lesiones [ISS, *injury severity score*] y puntuación traumatológica revisada [RTS, *revised trauma score*]). **Resultados.** La probabilidad de fallecimiento fue un 39% inferior en los pacientes trasladados mediante SEMH, en comparación con los trasladados mediante ambulancia de tierra (CPA = 0,61, intervalo de confianza [IC] del 95%, 0,54-0,69). En el conjunto de los pacientes de 55 o más años de edad, la probabilidad de fallecimiento no fue significativamente diferente (CPA = 0,92; IC del 95%, 0,74-1,13). En el conjunto de todos los traslados, los pacientes del sexo masculino presentaron una probabilidad mayor de fallecimiento (CPA = 1,23; IC del 95%, 1,10-1,38), en comparación con los de sexo femenino. La probabilidad de fallecimiento aumentó con cada año de edad (CPA = 1,040; IC

del 95%, 1,037-1,043) y con cada unidad de la escala ISS (CPA = 1,080; IC del 95%, 1,075-1,084), mientras que disminuyó con cada unidad de la escala RTS (CPA = 0,46; IC del 95%, 0,45-0,48). **Conclusión.** El uso del SEMH para el traslado de los pacientes traumatológicos adultos se asoció a una disminución de la mortalidad en los pacientes de 18 a 54 años de edad. En nuestro estudio, el traslado mediante SEMH no se asoció a una disminución de la tasa de mortalidad en los adultos de 55 o más años de edad. La identificación de variables adicionales en la selección de los pacientes en los que puede tener utilidad el traslado mediante SEMH posiblemente va a permitirnos reducir adicionalmente la mortalidad. **Palabras clave:** helicópteros; mortalidad; National Trauma Data Bank; gravedad de las lesiones; traslado

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE 2011;15:295-302

INTRODUCCIÓN

Los traumatismos constituyen la causa principal de muerte en los estadounidenses de 1 a 44 años de edad¹. En 2006 los traumatismos fueron la causa de aproximadamente 179.000 fallecimientos en Estados Unidos². Con el objetivo de reducir las tasas de mortalidad por traumatismo, los distintos grupos implicados en la asistencia traumatológica y en la asistencia prehospitalaria han definido mecanismos para disminuir el tiempo que transcurre entre el traumatismo y la aplicación de la asistencia definitiva³. Los servicios de emergencias médicas que utilizan helicópteros (SEMH) fueron creados y potenciados como una estrategia para disminuir dicho intervalo⁴.

El primer programa formal de helicópteros ambulancia fue iniciado por el ejército estadounidense durante la guerra de Corea (1950-1953), en la que un pequeño grupo de 12 helicópteros llevó a cabo 20.000 traslados. La mayor parte de los helicópteros tuvieron como destino los Mobile Army Surgical Hospitals (unidades MASH) y como media llegaron a estos centros antes de transcurridos 60 min del traumatismo, una cifra mucho mejor que la cifra promedio previa de 4-6 h necesarias para el tratamiento de los soldados heridos⁵. Los helicópteros ambulancia se utilizaron con mayor intensidad en la guerra de Vietnam (1962-1973), en la que llevaron a cabo 800.000 traslados; el período promedio para el tratamiento de los soldados con lesiones graves fue inferior a 60 min y la tasa de mortalidad global en el conjunto de los pacientes trasladados mediante helicópteros fue de tan sólo el 2%⁶.

Recibido el 22 de noviembre de 2010, del Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control (EES,MF), Atlanta, Georgia, y el Centers for Disease Control and Prevention (MMW), Atlanta, Georgia. Revisión recibida el 15 de febrero de 2011; aceptado para publicación el 22 de febrero de 2011.

Los autores quieren agradecer a Likang Xu, MD, MS su ayuda en el análisis estadístico.

Los hallazgos y las conclusiones recogidos en este artículo corresponden a sus autores y no representan necesariamente la postura del Centers for Disease Control and Prevention.

Dirección para correspondencia y solicitud de separatas: Mark Faul, PhD, MA, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention, 4770 Buford Highway, Atlanta, GA 30341. Correo electrónico: mfaul@cdc.gov

doi: 10.3109/10903127.2011.569849

En 1972 se creó en el St. Anthony's Hospital de Denver el primer servicio de helicópteros ambulancia estadounidense con financiación privada y relacionado con un hospital^{7,8}. En 1980 los SEMH utilizaban menos de 50 aeronaves en Estados Unidos y el número total de pacientes trasladados fue de 25.000⁹. Desde entonces se ha producido un aumento tremendo en la disponibilidad y el uso de los SEMH; en 2007 había en los SEMH estadounidenses 830 helicópteros con los que se realizaban más de 275.000 traslados anuales de pacientes⁹.

Dos de las ventajas atribuidas de manera genérica a los SEMH son la disminución del intervalo de tiempo que transcurre entre el traumatismo y la asistencia definitiva (debido a la disminución del tiempo de respuesta y a la disminución del tiempo de traslado) y el nivel mayor de experiencia que poseen los profesionales de la asistencia prehospitalaria que ejercen en los SEMH^{10,11}. Las desventajas de los SEMH son los costes económicos mayores y los riesgos inherentes al desplazamiento en helicóptero. El incremento reciente en los accidentes con helicópteros medicalizados⁹ y un accidente reciente con víctimas múltiples en Maryland en el que se vieron implicados pacientes que no presentaban lesiones graves han intensificado el debate relativo a la idoneidad de este tipo de servicio¹².

Se ha demostrado que los SEMH consiguen una buena relación coste-efectividad en el tratamiento de los pacientes traumatológicos en los casos en los que su uso se acompaña de un incremento sustancial de la supervivencia, dado que la magnitud de este efecto beneficioso es el factor más importante para determinar la relación coste-efectividad en los SEMH¹³. Si tenemos en cuenta los elevados costes económicos y los riesgos asociados al traslado mediante helicóptero de los pacientes traumatológicos, es imprescindible determinar si los SEMH tienen o no una utilidad médica clara. En los estudios efectuados hasta el momento no se ha demostrado de manera constante la utilidad de los SEMH en los resultados médicos. Mientras que en la mayor parte de los estudios previos se ha evaluado la relación existente entre el modo de traslado de los pacientes traumatológicos y el resultado final en sistemas locales y regionales, son pocos los estudios en los que se haya evaluado el impacto de los SEMH en el ámbito nacional. Nuestro estudio se realizó para determinar si el modo de traslado de los pacientes traumatológicos influye en la mortalidad.

MÉTODOS

Muestra

En nuestro estudio analizamos los datos agregados de 2007 recogidos por el National Sample Program (NSP) del National Trauma Data Bank (NTDB), una base de datos mantenida por el American College of Surgeons-Committee on Trauma (ACSCOT) con apoyo del Cen-

ters for Disease Control and Prevention (CDC). El NTDB es el registro traumatológico estadounidense de mayor envergadura¹⁴. Los datos contenidos en el NTDB corresponden a las características demográficas, la información prehospitalaria, las lesiones anatómicas, las variables fisiológicas determinadas por los servicios de emergencias médicas (SEM) y en los servicios de urgencias (SU), y otras variables. En los datos del NTDB no hay elementos de identificación personal. Los datos del NSP correspondientes al NTDB contienen información correspondiente a un conjunto de hasta 100 centros traumatológicos seleccionados al azar y su objetivo es la realización de estimaciones en el ámbito nacional en relación con los pacientes adultos atendidos en centros traumatológicos de niveles I y II¹⁵. El conjunto de datos del NSP correspondientes a 2007 contenía 148.270 registros de pacientes con diagnósticos traumatológicos válidos y atendidos en los 82 centros traumatológicos participantes en el programa.

Identificación de los informes relevantes

El aislamiento del impacto potencial del traslado mediante helicóptero, en comparación con el traslado mediante ambulancia de tierra, fue el criterio utilizado para la exclusión de los informes (fig. 1). Solamente se utilizaron los informes traumatológicos correspondientes a 2007. Fueron excluidos los traslados realizados mediante avioneta o mediante otros métodos (p. ej., caminando, vehículos privados, transporte público, policía). Solamente fueron considerados los informes correspondientes a los pacientes trasladados directamente al centro traumatológico desde el escenario del traumatismo. Los traslados entre centros, que pueden representar una proporción elevada de todos los vuelos correspondientes a los SEMH en algunos contextos¹⁶, también fueron excluidos. Los informes correspondientes a pacientes traumatológicos menores de 18 años de edad fueron excluidos. Finalmente, también fueron excluidos los informes correspondientes a 7 centros en los que únicamente se realizaron traslados mediante ambulancia de tierra, sin uso de helicópteros, debido a que dichos centros no podían introducir ninguna forma de varianza en la variable traslado del modelo.

En nuestro estudio fueron excluidos también los informes en los que faltaban los datos de edad, sexo, valoración de la puntuación de la gravedad de las lesiones (ISS, *injury severity score*) o modo de traslado. Los informes de los servicios de emergencias médicas fueron utilizados para obtener los datos fisiológicos necesarios para el cálculo de la puntuación traumatológica revisada (RTS, *revised trauma score*) (es decir, puntuación en la escala del coma de Glasgow [GCS, *Glasgow coma scale*], presión sistólica [PS] y frecuencia respiratoria [FR]) en cada paciente. En los casos en los que faltaban una o más de estas tres variables se utilizaron los datos fisiológicos obtenidos en el SU. Asumiendo que

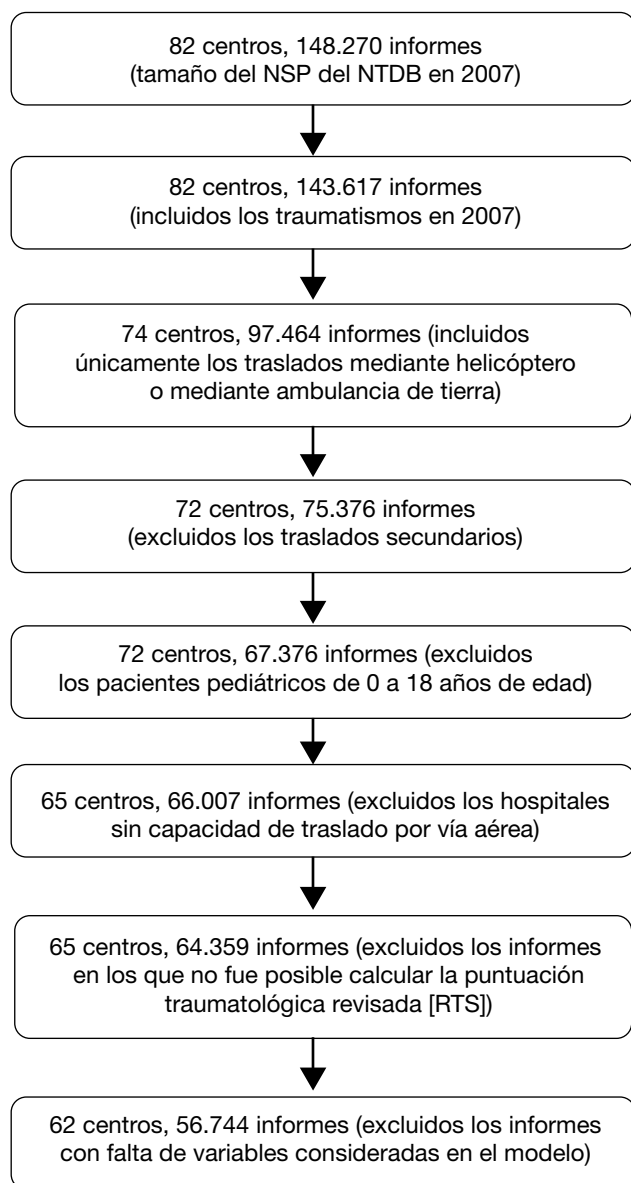


FIGURA 1. Población estudiada: National Trauma Data Bank (NTDB) National Sample Program (NSP), 2007.

los centros traumatológicos con un porcentaje mayor de informes completos permitirían constituir una muestra de mayor precisión, solamente fueron incluidos en el estudio los informes correspondientes a centros en los que se habían determinado los 3 datos fisiológicos RTS en el 80% o más de los pacientes. El conjunto final de datos estuvo constituido por los informes correspondientes a 56.744 adultos con traumatismo trasladados hasta 62 centros traumatológicos estadounidenses (el 76% de los centros participantes en el NSP del NTDB).

Parámetros

Se analizaron los datos en cada paciente con determinación de las variables correspondientes a las características demográficas, las características clínicas y el

modo de traslado por el SEM. Las variables demográficas seleccionadas fueron la edad y el sexo. Las variables clínicas fueron la escala ISS y los 3 componentes de la escala RTS (puntuación GCS, PS y FR). La variable correspondiente al modo de traslado por el SEM fue clasificada como traslado mediante helicóptero ambulancia o como traslado mediante ambulancia de tierra. La variable de resultado en nuestro estudio fue la mortalidad hospitalaria, definida como el fallecimiento tras la llegada al SU y antes del alta hospitalaria durante la misma hospitalización.

La ISS es una escala original fundamentada en aspectos anatómicos y cuyo valor oscila entre 1 (lesión mínima) y 75 (lesión máxima)¹⁷. Para calcular la escala ISS se asigna en primer lugar una puntuación de 1 a 6 (la puntuación mayor para las lesiones más graves) a las lesiones existentes en 6 regiones corporales: cabeza/cuello, cara, tórax, abdomen/pelvis visceral, pelvis ósea/extremidades y estructuras externas. Después se calcula la puntuación total como la suma de los cuadrados de las puntuaciones mayores en cada una de las 3 regiones corporales con lesiones más graves. La ISS ha sido utilizada para predecir la mortalidad, la morbilidad^{18,19} y el riesgo de fracaso de órganos múltiples tras un traumatismo²⁰. En la investigación traumatológica, la escala ISS también se ha utilizado para dicotomizar los pacientes traumatológicos en los grupos de lesiones graves ($ISS \geq 15$) y de lesiones menos graves ($ISS < 15$), y también para evaluar la evolución de los pacientes con grados similares de intensidad de las lesiones^{21,22}.

Para establecer una correspondencia más estrecha con el resultado clínico, se utilizó un sistema de puntuación fisiológica de la gravedad de las lesiones como la escala RTS, además de la clasificación anatómica de la gravedad de las lesiones. Se ha demostrado que la escala RTS está relacionada con la supervivencia y este parámetro se utiliza en la investigación traumatológica para evaluar el resultado clínico y para el control de las lesiones²³. Cada una de las 3 variables de la escala RTS recibe una puntuación entre 0 y 4. Por definición, para el cálculo de la escala RTS se utiliza el primer conjunto de datos obtenidos en un paciente (es decir, los datos correspondientes al SU en los casos en los que no existen los datos correspondientes al SEM). Las ponderaciones establecidas se aplican a la puntuación GCS, la PS y la FR, y se determina la suma de las 3 para generar un valor RTS que oscila entre 0 (alteración fisiológica más intensa) y 7,8408 (fisiología normal o casi normal)²³. En nuestro estudio se calculó la escala RTS en cada paciente.

Análisis estadístico

La mortalidad hospitalaria de los adultos (edad de 18 o más años) con lesiones traumatológicas y trasladados por SEMH fue comparada con la mortalidad hospitalaria de los adultos (edad de 18 o más años) con

lesiones traumatológicas y trasladados mediante ambulancia de tierra. Las variables categóricas fueron las características demográficas, las características clínicas, el tipo de traslado y la mortalidad. La edad, la escala ISS y la escala RTS fueron analizadas en forma de variables continuas. Los datos no fueron ponderados. La mortalidad hospitalaria fue calculada en los diferentes grupos definidos por las características demográficas y la gravedad de las lesiones mediante la aplicación de parámetros estadísticos descriptivos (porcentajes, intervalos de confianza [IC] del 95%). Para valorar la asociación entre la mortalidad y el modo de traslado por los SEM, tras el control de los posibles factores de sesgo (edad, sexo, ISS, RTS), se utilizó un modelo de regresión logística estándar sin procedimientos escalonados. Los resultados de la regresión logística se presentaron en forma de cocientes de posibilidades ajustados (CPA) junto con los IC del 95% y los valores p. Para detectar la multicolinealidad entre todas las variables dependientes se utilizó una prueba de factor de inflación de la varianza, que es el método más adecuado para el análisis de variables dependientes que no muestran una distribución normal, como ocurre con los valores ISS. El factor de inflación de la varianza para el modelo estuvo muy por debajo del umbral de 2,5 en el factor de inflación de la varianza respecto a los modelos de regresión logística ($fiv = 1,25$)²⁴. La mortalidad es mayor en los pacientes traumatológicos de 55 o más años de edad^{21,25}, de manera que en nuestro estudio llevamos a cabo subanálisis en los pacientes de 18 a 54 años, por un lado, y en los de 55 o más años de edad, por otro, con objeto de

determinar las diferencias en el resultado clínico. Para el análisis de los datos se utilizó la versión 9.2 del programa informático estadístico SAS (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

RESULTADOS

La mortalidad hospitalaria en todos los participantes ($n = 56.744$) fue del 4,5%. En conjunto, 46.695 (82%) pacientes fueron trasladados a centros traumatológicos mediante ambulancia de tierra y 10.049 (18%) lo fueron mediante SEMH (tabla 1). Hubo 2.556 fallecimientos hospitalarios; 1.874 pacientes (el 4,0% del total) fueron trasladados mediante ambulancia de tierra y 682 (el 6,8% del total) lo fue mediante SEMH. Tras el control de la edad, el sexo y la gravedad de las lesiones, la probabilidad de fallecimiento fue un 39% inferior en los pacientes trasladados mediante SEMH, en comparación con los trasladados mediante ambulancia de tierra (CPA = 0,61; IC del 95%, 0,54-0,69; $p < 0,0001$) (tabla 2).

Edad y sexo

Los pacientes de sexo masculino representaron 39.227 (69%) traslados y en este grupo fallecieron 1.885 (4,8%) pacientes. Los pacientes de sexo femenino representaron 17.517 (31%) traslados y en este grupo fallecieron 671 (3,8%) pacientes. La mayor parte de los traslados efectuados mediante helicóptero (76%) y mediante ambulancia de tierra (69%) correspondió a pacientes de sexo masculino. Los pacientes del sexo masculino pre-

TABLA 1. Mortalidad hospitalaria de los adultos de 18 o más años de edad con traumatismo trasladados mediante ambulancia de tierra o helicóptero ambulancia, en función de características demográficas seleccionadas y de la gravedad de las lesiones según el National Sample Program del National Trauma Data Bank de 2007

Característica	Fallecimientos ^a , n (%)	Modo de traslado		n total
		Ambulancia de tierra, n (%)	Traslado aéreo ^b , n (%)	
Sexo				
Todos	2.556 (4,5)	46.695 (82,3)	10.049 (17,7)	56.744
Masculino	1.885 (4,8)	32.058 (81,7)	7.606 (18,3)	39.227
Femenino	671 (3,8)	14.637 (83,6)	2.999 (16,4)	17.517
Edad (años)				
18-54	1.559 (3,7)	34.263 (81,0)	8.053 (19,0)	42.316
≥ 55	997 (6,9)	12.432 (86,2)	1.996 (13,8)	14.428
ISS				
15+	2.118 (14,3)	10.397 (70,4)	4.364 (29,6)	14.761
< 15	438 (1,0)	36.298 (86,5)	5.685 (13,5)	41.983
RTS ^c				
< 6	1.597 (34,7)	3.007 (65,3)	1.598 (34,7)	4.605
6+	959 (1,8)	43.688 (83,8)	8.451 (16,2)	52.139
Modo de traslado				
Ambulancia de tierra	1.874 (4,0)	46.695 (100,0)	0 (0,0)	46.695
Traslado aéreo ^b	682 (6,8)	0 (0,0)	10.049 (100,0)	10.049

ISS: *injury severity score*; RTS: *revised trauma score*.

^aPacientes que fueron hospitalizados en el servicio de urgencias y que fallecieron antes del alta hospitalaria.

^bTraslado únicamente mediante helicóptero.

^cProbabilidad de fallecimiento por cada unidad de la escala RTS.

TABLA 2. Cocientes de posibilidades ajustados (CPA) de la mortalidad hospitalaria en adultos de 18 o más años de edad con traumatismo trasladados mediante ambulancia de tierra o ambulancias aérea, con control del sexo, la edad, la puntuación de gravedad de las lesiones y la puntuación traumatológica revisada, según el National Sample Program del National Trauma Data Bank de 2007

Característica	Adultos ≥ 18 años			Adultos 18-54 años			Adultos ≥ 55 años		
	CPA	IC del 95%	p	CPA	IC del 95%	p	CPA	IC del 95%	p
Sexo									
Masculino	1,231	1,097-1,380	0,0004	1,166	0,995-1,370	0,0592	1,42	1,200-1,683	< 0,0001
Femenino	Referencia	Referencia		Referencia	Referencia		Referencia	Referencia	
Edad ^a	1,04	1,037-1,043	< 0,0001	1,016	1,010-1,022	< 0,0001	1,071	1,062-1,081	< 0,0001
ISS ^b	1,08	1,075-1,084	< 0,0001	1,073	1,068-1,078	< 0,0001	1,098	1,090-1,107	< 0,0001
RTS ^c	0,464	0,45-0,477	< 0,0001	0,457	0,442-0,471	< 0,0001	0,488	0,463-0,515	< 0,0001
Modo de traslado									
Aéreo ^d	0,607	0,535-0,688	< 0,0001	0,513	0,439-0,599	< 0,0001	0,916	0,740-1,133	0,4173
Terrestre	Referencia	Referencia		Referencia	Referencia		Referencia	Referencia	

IC: intervalo de confianza; ISS: injury severity score; RTS: revised trauma score.

^aProbabilidad de fallecimiento por cada año de edad.

^bProbabilidad de fallecimiento por cada unidad ISS.

^cProbabilidad de mortalidad por cada unidad RTS.

^dÚnicamente traslados mediante helicóptero.

sentaron una probabilidad mayor de fallecimiento (CPA = 1,23; IC del 95%, 1,10-1,38; $p = 0,0004$), en comparación con los de sexo femenino (tabla 2).

En el conjunto de los pacientes de 18 a 54 años de edad hubo 42.316 (75%) traslados y fallecieron 1.559 (3,7%) pacientes de este grupo. Por el contrario, en el conjunto de los 14.428 (25%) pacientes de 55 o más años de edad trasladados fallecieron 997 (6,9%) pacientes. El traslado mediante SEMH se llevó a cabo en un porcentaje mayor de pacientes de 18 a 54 años de edad (19%), en comparación con los pacientes de 55 o más años de edad (14%) (tabla 1). La probabilidad de fallecimiento aumentó significativamente con cada año de aumento de la edad (CPA = 1,040; IC del 95%, 1,037-1,043) (tabla 2).

En el subanálisis de los adultos de 18 a 54 años de edad se demostró una reducción del 49% en la probabilidad de fallecimiento en el conjunto de los pacientes trasladados mediante SEMH, en comparación con los trasladados mediante ambulancia de tierra (CPA = 0,51; IC del 95%, 0,44-0,60; $p < 0,0001$). En este grupo de edad, no hubo diferencias entre los pacientes de sexo masculino y los de sexo femenino (CPA = 1,17; IC del 95%, 1,00-1,37). La probabilidad de mortalidad aumentó con cada año de aumento de la edad en este grupo de edad (CPA = 1,016; IC del 95%, 1,010-1,022). El aumento en la gravedad de las lesiones redujo la probabilidad de supervivencia; la mortalidad aumentó con cada unidad de la escala ISS (CPA = 1,073; IC del 95%, 1,068-1,078) y disminuyó con cada unidad de la escala RTS (CPA = 0,46; IC del 95%, 0,44-0,47) (tabla 2).

En el subanálisis de los adultos de 55 o más años de edad no se observaron diferencias en la probabilidad de fallecimiento entre los pacientes trasladados por SEMH, en comparación con los trasladados mediante ambulancia de tierra (CPA = 0,92; IC del 95%, 0,74-1,13; $p = 0,4173$). En este grupo de edad, los pacientes de

sexo masculino mostraron una probabilidad de fallecimiento significativamente mayor (CPA = 1,42; IC del 95%, 1,20-1,68), en comparación con los pacientes de sexo femenino. La probabilidad de fallecimiento aumentó en un 7% con cada año de aumento de la edad (CPA = 1,07; IC del 95%, 1,06-1,08). El aumento en la gravedad de las lesiones redujo la probabilidad de supervivencia; la mortalidad aumentó en un 9% con cada unidad de la escala ISS (CPA = 1,10; IC del 95%, 1,09-1,11) y se redujo con cada unidad de la escala RTS (CPA = 0,49; IC del 95%, 0,46-0,52).

Gravedad de las lesiones

En función de la aplicación de la puntuación ISS relativa a las lesiones anatómica, hubo 14.761 (26%) pacientes con lesiones graves (definidos como una ISS ≥ 15) y fallecieron 2.118 (14%) de estos pacientes. Por el contrario, la tasa de mortalidad en los pacientes con lesiones menos graves (ISS < 15) fue del 1%. Los pacientes con lesiones graves fueron trasladados por los SEMH con una frecuencia mayor que los que no presentaban lesiones graves (30 y 14%, respectivamente) (tabla 1). La probabilidad de fallecimiento aumentó significativamente con cada unidad de la escala ISS (CPA = 1,080; IC del 95%, 1,075-1,084) (tabla 2).

En función de la aplicación de la puntuación de alteración fisiológica RTS hubo 4.605 (8%) pacientes con una RTS < 6 y la tasa de mortalidad hospitalaria fue del 35% ($n = 1.597$). Por el contrario, la tasa de mortalidad en los pacientes con una RTS ≥ 6 fue del 2% ($n = 959$). La tasa de traslado mediante SEMH en los pacientes con una RTS < 6 fue del 35% ($n = 1.598$) mientras que en los pacientes con una RTS ≥ 6 fue del 16% ($n = 8.451$). La probabilidad de fallecimiento disminuyó de manera importante con cada unidad de la escala RTS (CPA = 0,46; IC del 95%, 0,45-0,48).

DISCUSIÓN

Los SEM con helicóptero desempeñan una función importante en el traslado de los pacientes traumatológicos hasta los centros de asistencia definitiva. Una de las ventajas principales atribuidas a los SEMH ha sido la disminución del tiempo que transcurre hasta la aplicación del tratamiento definitivo¹⁰. A pesar de que el concepto de la «hora de oro» no ha sido apoyado por la evidencia²⁶, los intervalos de tiempo prolongados entre el traumatismo y la aplicación de la asistencia definitiva se han asociado a un incremento significativo de la mortalidad²⁷. Se ha estimado que el 84% de todos los estadounidenses tiene acceso a un centro traumatológico de nivel I o II antes de transcurrida 1 h y que aproximadamente la tercera parte de estas personas solamente va a disfrutar de dicha ventaja si es trasladada mediante un helicóptero²⁸.

Los SEMH tienen otras 4 utilidades adicionales que pueden no ser tan aparentes como la reducción del tiempo de traslado. En primer lugar, las tripulaciones médicas aéreas pueden ofrecer un nivel mayor de asistencia que el correspondiente a las ambulancias de tierra, tanto en lo que se refiere a los equipos técnicos como a la experiencia de los profesionales^{10,11}. En segundo lugar, en ocasiones sólo es posible acceder al entorno correspondiente al escenario del traumatismo mediante un helicóptero¹¹. En tercer lugar, dada la mayor velocidad inherente del helicóptero en comparación con las ambulancias de tierra, los SEMH pueden cubrir distancias mayores en períodos menores y los helicópteros han sido utilizados de manera efectiva para el traslado desde áreas remotas²⁹. En cuarto y último lugar, los SEMH son utilizados en ocasiones en áreas en las que la disponibilidad de los SEM de tierra es escasa y en las cuales el traslado por tierra de un paciente hasta un centro traumatológico puede dejar a toda una zona geográfica sin cobertura por un SEM durante un período prolongado¹¹.

En varios estudios se han demostrado resultados clínicos mejores mediante el transporte con SEMH³⁰⁻³⁴, con una reducción de hasta el 52% en la mortalidad⁸ y con una disminución de hasta 1-12 fallecimientos por cada 100 servicios prestados por los SEMH³⁵. Sin embargo, en otros muchos estudios no se han demostrado estas ventajas^{26,36-40}. Dada la inexistencia relativa de una evidencia clara respecto a la utilidad de los SEMH en lo relativo al resultados clínico, y teniendo en cuenta el elevado coste económico y los problemas de seguridad inherentes al uso de los helicópteros, en la actualidad los sistemas SEMH están siendo sometidos a un intenso escrutinio^{9,12}. El nuestro es uno de los pocos estudios en los que se ha analizado la asociación entre el modo de traslado por parte del SEM y la mortalidad. En el análisis fueron utilizados aproximadamente 58.000 informes correspondientes a traslados de pacientes a 60 centros traumatológicos en Estados Unidos.

Es destacable el dato de la reducción del 39% en la probabilidad de fallecimiento correspondiente a los adultos trasladados mediante SEMH, en comparación con los trasladados mediante ambulancia de tierra. Esta cifra es superior a la reducción de la mortalidad del 20-30% observada en la mayor parte de los estudios previos. En un estudio de gran envergadura en el que se utilizó el conjunto de datos de investigación (RDS, *research data set*) del NTDB se detectó una reducción de la mortalidad menor (el 22%), aunque todavía significativa³⁰. Las diferencias en el diseño de ambos estudios podrían explicar la gran disparidad en la reducción de la mortalidad. En nuestro estudio se utilizó el conjunto de datos NSP del NTDB, que es una muestra de probabilidad nacional correspondiente a 100 centros traumatológicos de niveles I y II, con objeto de efectuar una inferencia más precisa de la población de pacientes atendidos en los centros traumatológicos estadounidenses⁴¹. El RDS del NTDB es un conjunto no ponderado de todos los informes remitidos al NTDB (incluyendo los correspondientes a los centros traumatológicos de niveles III, IV y V y no designados) que raramente aceptan pacientes trasladados mediante SEMH. En nuestro análisis solamente consideramos los hospitales que aceptaban traslados mediante SEMH y mediante ambulancia de tierra, con objeto de definir con mayor detalle el impacto inducido por el modo de traslado. Por otra parte, realizamos el control de la alteración fisiológica mediante la escala RTS con objeto de determinar una puntuación de lesión ponderada, que después fue considerada en forma de variable continua.

La edad del paciente es un factor importante en la asociación entre la mortalidad y el modo de traslado de los pacientes. En el subanálisis de los datos correspondientes a los adultos de 18 a 54 años de edad observamos una reducción del 49% en la probabilidad de fallecimiento en el caso de los pacientes trasladados mediante SEMH, en comparación con los pacientes de este mismo grupo de edad trasladados mediante ambulancia de tierra, una cifra que es congruente con la obtenida en un estudio previo³⁰. Por el contrario, no hubo diferencias significativas en la probabilidad de fallecimiento en el conjunto de los pacientes de 55 o más años de edad, lo que sugiere que el modo de traslado puede no inducir un efecto positivo similar sobre la mortalidad en los adultos de edad avanzada con traumatismos. También podría ocurrir que el efecto positivo sobre la mortalidad inducido por el traslado mediante SEMH no tenga lugar en los adultos de edad avanzada debido a la disminución de su reserva fisiológica, al hecho de que estas personas suelen presentar un número mayor de enfermedades comórbidas y a que generalmente toman ciertos medicamentos⁴² que complican o dificultan la obtención de buenos resultados con la reanimación o el tratamiento, con independencia del tiempo de traslado o de la existencia de cen-

tros de nivel asistencial mayor. Por otra parte, los adultos de edad avanzada muestran tasas de mortalidad hospitalaria mayores debido a complicaciones no relacionadas con el traumatismo original⁴³. Los resultados obtenidos en nuestro estudio deberían desempeñar un papel importante en el debate nacional relativo a la utilización de los estos servicios y a los criterios de selección de los pacientes traumatológicos en los que el traslado mediante SEMH puede tener una utilidad mayor.

A pesar de que los SEMH han tenido utilidad en todo lo relativo a la asistencia traumatológica, se han cuestionado su utilización excesiva, sus costes económicos y su nivel de seguridad. La disponibilidad cada vez mayor de SEMH va a dar lugar a su uso en situaciones en las que no están justificados en función de la gravedad de las lesiones⁴⁴⁻⁴⁶. A medida que se ha incrementado la competencia en el contexto de la industria sanitaria, han aumentado las preocupaciones relativas a los costes económicos y a la necesidad real de los SEMH⁴⁷. Incluso tras una inversión inicial de gran volumen para la adquisición de los aparatos de vuelo por parte de los SEMH, los costes operativos anuales estimados sin ajuste respecto a la inflación superaron en 1997 los 2 millones de dólares¹³.

Aparte de los aspectos económicos, también se ha prestado una atención cada vez mayor al número de accidentes de los SEMH con resultado de fallecimiento de los profesionales asistenciales o de los pacientes trasladados^{12,48}. Entre 1972 y 2008 hubo 264 accidentes con precipitación a tierra de helicópteros de SEMH en Estados Unidos, con 264 fallecimientos en 98 de estos accidentes. El número de accidentes ha seguido aumentando. En 2008 hubo 13 accidentes con resultado de 29 fallecimientos, lo que representa hasta el momento del número mayor de víctimas mortales en un solo año⁹. A pesar del incremento en el número de víctimas por accidentes debido al uso cada vez más frecuente de los SEMH, se ha estimado que la tasa real de accidentes mortales ha disminuido desde 10 por cada 100.000 h de vuelo en 1980 hasta 2 por cada 100.000 h de vuelo en 2008⁹. En la evaluación de los riesgos asociados al traslado mediante SEMH hay que tener en cuenta que los traslados mediante ambulancia de tierra también conllevan un riesgo; durante el período 1991-2002 las ambulancias de tierra experimentaron 300 accidentes mortales con 357 fallecimientos⁴⁹.

Con el objetivo de desarrollar directrices basadas en la evidencia para la clasificación en el escenario y el traslado de los pacientes a los centros traumatológicos, el National Center for Injury Prevention and Control (NCIPC) del CDC constituyó en 2006 en el panel nacional de expertos sobre clasificación en el escenario (National Expert Panel on Field Triage). Esta iniciativa dio lugar a la creación del esquema de decisión para la clasificación en el escenario (Field Triage Decision Scheme) en 2006⁵⁰. A pesar de que este esquema de de-

cisión permite la identificación de los pacientes en los que es más útil su asistencia en un centro traumatológico, no contempla el modo de traslado.

Son escasos los datos científicos que permiten la identificación de los pacientes en los que puede estar indicado el uso del SEMH. En consecuencia, no hay un consenso respecto a las directrices de utilización de los SEMH. Las limitadas directrices nacionales existentes son las publicadas por la National Association of EMS Physicians (NAEMSP) en 2003¹¹ y una breve declaración política del American College of Emergency Physicians (ACEP) publicada en 1999 y revisada en 2008⁵¹. Algunas compañías privadas de SEMH⁵² y varias agencias de SEM gubernamentales^{53,54} han propuesto sus propias directrices para el uso de helicópteros. No obstante, siempre que las condiciones de vuelo lo permitan, la mayor parte de los sistemas de SEMH vuelan cuando se les solicita, en lo que constituye una obligación legal en muchos Estados⁵⁵.

LIMITACIONES E INVESTIGACIÓN FUTURA

Nuestro estudio ha presentado varias limitaciones. Los centros traumatológicos contemplados en este estudio no eran representativos en el ámbito nacional y los resultados obtenidos en los análisis podrían no ser aplicables a los centros no traumatológicos. La distancia hasta el centro traumatológico desde el escenario del traumatismo es un factor clave en las decisiones relativas al traslado y también es un posible factor de sesgo. En las áreas rurales y remotas es más probable la consideración del traslado mediante SEMH, mientras que en las áreas urbanas es más habitual la participación de los SEM con ambulancias de tierra. En nuestro estudio fueron excluidos los traslados entre centros con el objetivo de definir mejor el impacto de los SEMH sobre la evolución de los pacientes con traumatismo agudo y trasladados desde el escenario del traumatismo hasta el centro de tratamiento inicial; a consecuencia de ello, no fue posible evaluar la mayor parte de los servicios traumatológicos de SEMH en algunas regiones. Por otra parte, no fue posible tampoco el control de la prevalencia relativa a los recursos; los SEMH pueden tener una probabilidad de uso mayor en las situaciones en las que hay un número también mayor de helicópteros. Una variable importante a controlar en la investigación futura es la relativa al mecanismo de lesión (traumatismo contuso o traumatismo penetrante)⁵⁶; sin embargo, estos datos no existían en el conjunto de datos que manejamos para nuestro estudio. La mortalidad fue el único parámetro evaluado; no obstante, sería importante analizar en los estudios futuros otros parámetros de evolución (p. ej., discapacidad, días de hospitalización en la unidad de cuidados intensivos, duración de la hospitalización).

CONCLUSIÓN

Las ventajas y los costes económicos y riesgos del traslado por parte de SEMH de pacientes con traumatismos son consideraciones importantes para los médicos, los profesionales asistenciales, las compañías de seguros sanitarios privadas y públicas, y los políticos. En nuestro estudio de gran envergadura el uso del SEMH para el traslado de los pacientes traumatológicos se asoció a una disminución de la mortalidad en los pacientes adultos menores de 55 años de edad. En este estudio, el uso de SEMH no redujo la mortalidad en los adultos de 55 o más años de edad. Es de esperar que la aplicación de algún método de identificación de los pacientes en los que puede tener utilidad el traslado mediante helicóptero permita conseguir una reducción adicional de la mortalidad. Para definir con mayor detalle las diferencias está justificada la realización de un nuevo estudio con comparación de otros parámetros de evolución (p. ej., la discapacidad transitoria y permanente) en lo relativo a los pacientes trasladados mediante helicóptero y a los pacientes trasladados mediante ambulancia de tierra. Por otra parte, es necesaria una valoración más detallada de los costes económicos y los riesgos inherentes de accidentes relacionados con los SEMH, así como de la disminución de la mortalidad asociada al traslado mediante helicóptero, con objeto de determinar fiablemente el grado con el que los SEMH tienen utilidad para la sociedad.

Bibliografía

1. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Injury Prevention and Control. WISQARS: Web-based injury statistics query and reporting system: leading causes of death reports, 1999–2006. Atlanta, GA: CDC, 2009. Available at: <http://webappa.cdc.gov/sasweb/ncipc/leadcaus10.html>. Accessed April 30, 2010.
2. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Injury Prevention and Control. WISQARS: Web-based injury statistics query and reporting system: injury mortality reports, 1999–2006. Atlanta, GA: CDC, 2009. Available at: <http://webappa.cdc.gov/sasweb/ncipc/mortrate10 sy.html>. Accessed April 30, 2010.
3. Shackford SR, Mackersie RC, Hoyt DB, et al. Impact of a trauma system on outcome of severely injured patients. *Arch Surg*. 1987;122:523–6.
4. Boyd DR, Cowley RA. Comprehensive regional trauma/emergency medical services (EMS) delivery systems: the United States experience. *World J Surg*. 1983;7:149–57.
5. Carter G, Couch R, O'Brien DJ. The evolution of air transport systems. *J Emerg Med*. 1988;6:499–504.
6. Neel SN. Army aeromedical procedures in Viet Nam: implications for rural America. *JAMA*. 1968;204:309–13.
7. Meier DR, Samper ER. Evolution of civil aeromedical helicopter aviation. *South Med J*. 1989;82:885–91.
8. Baxt WG, Moody P. The impact of rotorcraft aeromedical emergency care service on mortality. *JAMA*. 1983;249:3047–51.
9. Mitka M. Hearing probes helicopter medevac safety. *JAMA*. 2009;301:1215–6.
10. DiBartolomeo S, Sanson G, Nardi G, et al. Effects of 2 patterns of prehospital care on the outcome of patients with severe head injury. *Arch Surg*. 2001;136:1293–300.
11. Thomson DP, Thomas SH. Guidelines for air medical dispatch. *Prehosp Emerg Care*. 2003;7:265–71.
12. Greene J. Rising helicopter crash deaths spur debate over proper use of air transport. *Ann Emerg Med*. 2009;53:15A–17A.
13. Gearhart P, Wuerz R, Localio A. Cost-effectiveness analysis of helicopter EMS for trauma patients. *Ann Emerg Med*. 1997;30:500–6.
14. American College of Surgeons. National Trauma Data Bank. Chicago, IL: American College of Surgeons. Available at: <http://www.facs.org/trauma/ntdb.html>. Accessed January 22, 2009.
15. American College of Surgeons. National Trauma Data Bank. NDTB National Sample Program. Chicago, IL: American College of Surgeons. Available at: <http://www.facs.org/trauma/ntdb/nsp.html>. Accessed February 10, 2011.
16. Cowley RA. Trauma center: a new concept for the delivery of critical care. *J Med Soc N J*. 1977;74:979–87.
17. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The Injury Severity Score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14:187–96.
18. Bull JP. The Injury Severity Score of road traffic casualties in relation to mortality, time of death, hospital treatment time, and disability. *Accid Anal Prev*. 1975;7:249–55.
19. Brennenman FD, Boulanger BR, McLellan BA, et al. Acute and long-term outcomes of extremely injured blunt trauma victims. *J Trauma*. 1995;39:320–4.
20. Balogh Z, Offner PJ, Moore EE. NISS predicts postinjury multiple organ failure better than ISS. *J Trauma*. 2000;48:624–7.
21. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al. The major trauma outcome study: establishing national norms for trauma care. *J Trauma*. 1990;35:63–8.
22. Demetriades D, Martin M, Salim A, et al. Relationship between American College of Surgeons Trauma Center designation and mortality in patients with severe trauma (Injury Severity Score >15). *J Am Coll Surg*. 2006;202:212–5.
23. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al. A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 1989;29:623–9.
24. Allison PD. Logistic Regression Using the SAS® System: Theory and Application. Cary, NC: SAS Institute, 1999.
25. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovic GJ, et al. A national evaluation of the effect of trauma center care on mortality. *N Engl J Med*. 2006;354:366–78.
26. Lerner EB, Mocati RM. The golden hour: scientific fact or medical “urban legend”? *Acad Emerg Med*. 2001;8:758–60.
27. Sampalis JS, Lavoie A, Williams, JL, et al. Impact of on-site care, prehospital time, and level of in-hospital care on survival in severely injured patients. *J Trauma*. 1993;34:252–61.
28. Barans CC, MacKenzie EJ, Williams JC, et al. Access to trauma centers in the United States. *JAMA*. 2005;293:2626–33.
29. Urdaneta LF, Miller BK, Ringenberg BJ, et al. Role of the emergency helicopter transport service in rural trauma. *Arch Surg*. 1987;122:992–6.
30. Brown JA, Stassen NA, Bankey PE, Sangosanya, AT, Cheng JD, Gestring ML. Helicopters and the civilian trauma system: national utilization patterns demonstrate improved outcomes after traumatic injury. *J Trauma*. 2010;69: 1030–6.
31. Jacobs LM, Gabram SG, Sztajnkrzyer MD, et al. Helicopter air medical transport: ten-year outcomes for trauma patients in a New England program. *Conn Med*. 1999;63:677–82.
32. Thomas SH, Harrison TH, Buras WR, et al. Helicopter transport and blunt trauma mortality: a multicenter trial. *J Trauma*. 2002;52:136–45.
33. McVey J, Petrie DA, Tallon JM. Air versus ground transport of the major trauma patient: a natural experiment. *Prehosp Emerg Care*. 2010;14:45–50.
34. Schiller J, McCormack JE, Tarsia V, et al. The effect of adding a second helicopter on trauma-related mortality in a county-based trauma system. *Prehosp Emerg Care*. 2009;13: 437–43.

35. Ringburg AN, Thomas SH, Steyerberg EW, van Lieshout EM, Patka P, Schipper IB. Lives saved by helicopter emergency medical services: an overview of literature. *Air Med J*. 2009;28:298–302.
36. Arfken CL, Shapiro MJ, Bessey PQ, Littenberg B. Effectiveness of helicopter versus ground ambulance services for interfacility transport. *J Trauma*. 1998;45:785–90.
37. Cunningham P, Rutledge R, Baker CC, Clancy TV. A comparison of the association of helicopter and ground ambulance transport with the outcome of injury in trauma patients transported from the scene. *J Trauma*. 1997;43:940–6.
38. Koury SI, Moorer L, Stone CK, et al. Air vs. ground transport and outcome in trauma patients requiring urgent operative interventions. *Prehosp Emerg Care*. 1998;2:289–92.
39. Brathwaite CEM, Rosko M, McDowell R, et al. A critical analysis of on-scene helicopter transport on survival in a statewide trauma system. *J Trauma*. 1998;45:140–4.
40. Cocanour CS, Fischer RP, Ursic CM. Are scene flights for penetrating trauma justified? *J Trauma*. 1997;43:83–6.
41. American College of Surgeons. National Trauma Data Bank. NDTB Research Data Sets. Chicago, IL: American College of Surgeons. Available at: <http://www.facs.org/trauma/ntdb/ntdbapp.html>. Accessed February 10, 2011.
42. Aschkenasy MT, Rothenhaus TC. Trauma and falls in the elderly. *Emerg Med Clin N Am*. 2006;24:413–32.
43. Callaway DW, Wolfe R. Geriatric trauma. *Emerg Med Clin N Am*. 2007;25:837–60.
44. Shatney CH, Homan SJ, Sherck JP, Ho CC. The utility of helicopter transport of trauma patients from the injury scene in an urban trauma system. *J Trauma*. 2002;53:817–22.
45. Bledsoe BE, Wesley AK, Eckstein M, Dunn TM, O'Keefe MF. Helicopter scene transport of trauma patients with nonlife-threatening injuries: a meta-analysis. *J Trauma*. 2006;60:1257–65.
46. Reenstra WR, Tracy J, Hirsch E, Millham F. Evaluation of the "appropriateness" of triage requests for air transport to level I trauma centers directly from the scene versus a community hospital [abstract]. *Ann Emerg Med*. 1999;34(suppl): S73.
47. Chappell VL, Mileski WJ, Wolf SE, Gore DC. Impact of discontinuing a hospital-based air ambulance service on trauma patient outcomes. *J Trauma*. 2002;52:486–91.
48. Lemonick DM. Controversies in prehospital care. *Am J Clin Med*. 2009;6:5–17.
49. Centers for Disease Control and Prevention. Ambulance crash-related injuries among emergency medical services workers—United States, 1991–2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2003;52:154–6.
50. Sasser SM, Hunt RC, Sullivent EE, et al. Guidelines for field triage of injured patients: recommendations of the National Expert Panel on Field Triage. *MMWR Recomm Rep*. 2008;58(RR-1):1–35.
51. American College of Emergency Physicians. Appropriate utilization of air medical transport in the out-of-hospital setting. Available at: www.acep.org/practres.aspx?id=29116. Accessed May 21, 2010.
52. Mercy Flight Western New York. Guidelines for helicopter utilization. Available at: <http://www.mercyflight.org/content/pages/utilization>. Accessed March 30, 2011.
53. New York State Department of Health, Bureau of Emergency Medical Services. Policy statement: guidelines for helicopter utilization criteria for scene response. Available at: www.health.state.ny.us/nysdoh/ems/policy/05-05.htm. Accessed May 21, 2010.
54. Imperial County Emergency Medical Services Agency. Policy/procedure/protocol manual. EMS system operations: pre-hospital air ambulance utilization. Available at: [www.icphd.org/menu file/Policy 4240.pdf?u id=1](http://www.icphd.org/menu/file/Policy%204240.pdf?u id=1). Accessed May 21, 2010.
55. Bledsoe BE, Carrison D, Abernethy M. Reducing inappropriate helicopter utilization. *Journal of Emergency Medical Services*. Available at: www.jems.com/article/vehicleops/reducing-inappropriate-helicop. Accessed May 21, 2010.
56. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al. Improved predictions from a severity characterization of trauma (ASCOT) over Trauma and Injury Severity Score (TRISS): results of an independent evaluation. *J Trauma*. 1996;40:42–9.