

“GUÍAS PARA EL MANEJO DE LA LESIÓN CEREBRAL TRAUMÁTICA”

LA LESIÓN CEREBRAL TRAUMÁTICA (LCT) ES LA PRIMERA CAUSA DE MORTALIDAD EN LA EDAD PEDIÁTRICA Y EN EL ADULTO CON EDAD INFERIOR A 45 AÑOS. Además, es responsable del 40% de las grandes minusvalías. Esta pandemia silente presenta una elevada mortalidad, así como una altísima tasa de secuelas, y en general afecta a individuos sanos y con una larga expectativa previa de vida. Además, los costes sociales y económicos de la LCT son enormes. Las causas principales de la LCT derivan de nuestra elección por un determinado estilo de vida y, por ello, son en gran medida prevenibles. El mejor tratamiento de la LCT es la prevención, en ella deben implicarse los distintos estamentos sociales. Como profesionales de la salud debemos tomar parte activa en programas formativos y preventivos, además de los puramente asistenciales.

La LCT no es un proceso estático, la constatación de la existencia de lesiones primarias y secundarias abre una ventana terapéutica. Hoy en día esta división se puede considerar demasiado simplista, sin embargo, sigue siendo muy útil para reforzar que la idea fundamental en la atención de la LCT es evitar o minimizar la progresión del daño en un cerebro en riesgo.

El uso de guías de práctica clínica mejora nuestra práctica y con ello la evolución de nuestros pacientes. Su uso nos permite aplicar la mejor evidencia científica disponible, minimizando la posibilidad de un manejo inadecuado, además nos permite reevaluar nuestra actuación. Sin embargo, la elaboración y publicación de una guía de práctica clínica no garantiza, en modo alguno, su aplicación. El primer aspecto que puede limitar su uso generalizado es la barrera idiomática, que hace que un grupo importante de profesionales no aplique su contenido por la desconfianza que genera interpretar los datos en una lengua que no domina. La presentación de la segunda edición de las guías de la Brain Trauma Foundation para el tratamiento prehospitalario de la LCT en castellano pretende derribar esta barrera.

Las recomendaciones en estas guías siguen el método GRADE, de modo que han desaparecido los niveles que se asignaban a cada recomendación, clasificándolas en términos de solidez y calidad, lo que contribuye a la claridad de éstas.

Los apartados de fundamento científico y aspectos claves para la investigación futura son de capital importancia, dado que nos proveen de una visión global y resumida de dónde estamos y hacia dónde debemos dirigir nuestros esfuerzos.

Los diferentes apartados analizados se presentan en una secuencia que contribuye a su fácil lectura y comprensión. Comienza con la evaluación para seguir posteriormente con aspectos relacionados con el tratamiento. Cabe destacar, dentro del apartado de tratamiento, el haber separado el manejo de los pacientes con LCT de los que presentan además signos de herniación cerebral, lo que evita confusiones peligrosas. Para finalizar, el nuevo capítulo acerca de la toma de decisiones en el sistema servicio de emergencias médicas aborda cuestiones tan importantes para la evolución del paciente con LCT como la forma de traslado y destino del paciente.

La publicación de estas guías clínicas pretende reforzar la idea de que la LCT es un proceso evolutivo, donde cada actuación tiene importantes consecuencias. Cada vez que se aplica la mejor evidencia disponible se está regalando cerebro a nuestros pacientes, evitándoles sufrimientos a ellos y a sus familiares y optimizando la utilización de los recursos socioeconómicos.

Los profesionales de la asistencia extrahospitalaria son los primeros en atender a los pacientes con LCT y, por ello, son los que en gran parte determinarán su futuro. Disponer de estas guías clínicas en castellano debería traducirse en un esfuerzo de todos para intentar homogeneizar y optimizar nuestra atención al paciente con LCT.

Fernando Iturri Clavero^a, Alberto González Uriarte^a y Gonzalo Tamayo Medel^{a,b}

^a*Servicio de Anestesia y Reanimación. Hospital de Cruces. Baracaldo. Bilbao. España.*

^b*Escuela de formación DYA. Bizkaia. España.*

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

La información contenida en este documento de Directrices, que refleja el estado actual de los conocimientos en el momento de finalización de la búsqueda en la bibliografía (julio de 2006), pretende abordar de manera precisa y autorizada las cuestiones cubiertas en el mismo. Dado que en el futuro se producirán avances en la tecnología y la información científicas, es previsible que estas Directrices sean sometidas periódicamente a revisión y actualización. Este documento de Directrices se distribuye en la inteligencia de que la Brain Trauma Foundation, la National Highway Traffic Safety Administration y las demás organizaciones que han

colaborado en su desarrollo no participan directamente en el ofrecimiento de servicios médicos profesionales. En el caso de que fueran necesarios consejos o ayuda de tipo médicos, es necesario solicitar los servicios de un médico competente. Las recomendaciones contenidas en este documento de Directrices pueden no ser apropiadas para su uso en todas las circunstancias. La decisión de adoptar cualquier recomendación concreta contenida en estas Directrices queda a juicio de los profesionales médicos que deben tener en cuenta los hechos y las circunstancias de cada caso, así como los recursos existentes.

INTRODUCCIÓN

La lesión cerebral traumática (LCT) es en todo el mundo una causa importante de muerte y de discapacidad permanente. En Estados Unidos se producen aproximadamente 1,4 millones de casos de LCT anuales. No obstante, es difícil determinar la incidencia real de este problema debido a que muchos pacientes que lo sufren no solicitan asistencia médica ni acuden a un servicio de urgencias⁷. En el conjunto de los casos publicados, fallecieron aproximadamente 50.000 pacientes y 235.000 fueron hospitalizados^{6,7}. Las categorías de edad más afectadas son las correspondientes a los pacientes menores de 5 años de edad, a los de 15 a 24 años, y a los de más de 70 años. La LCT es causa de discapacidad permanente en más de 30.000 niños cada año⁸. La tasa de mortalidad por traumatismo contuso sin LCT es del 1%; sin embargo, cuando está implicada una LCT, la tasa de mortalidad por traumatismo contuso grave es del 30%⁹.

La mitad de los pacientes que fallecen debido a una LCT lo hace durante las 2 primeras horas desde la lesión. No obstante, sabemos en la actualidad que no toda la lesión neurológica se produce en el momento del impacto (lesión primaria), sino que hay un proceso lesivo evolutivo a lo largo de los minutos, horas o días siguientes al traumatismo. Esta lesión cerebral secundaria puede incrementar las tasas de mortalidad y discapacidad. En consecuencia, el tratamiento temprano y apropiado de los pacientes que sufren una LCT es clave para su supervivencia.

Los profesionales de los servicios de emergencias médicas (SEM) son a menudo los primeros profesionales asistenciales que atienden a los pacientes que han sufrido una LCT. Por tanto, la evaluación y el tratamiento prehospitalario constituyen un aspecto clave en el tratamiento apropiado de estos pacientes¹. El tratamiento comienza en el escenario del incidente y continúa durante el traslado del paciente por parte de los profesionales del SEM que poseen habilidades, niveles formativos y titulaciones variados. A lo largo de los 30 últimos años, los sistemas SEM han alcanzado un grado de sofisticación cada vez mayor, lo que les ha permitido conseguir resultados también cada vez mejores, especialmente en lo relativo a las reanimaciones cardiovascular¹⁰ y traumática. Sin embargo, todavía quedan muchos problemas por resolver, especialmente en lo que se refiere al reconocimiento y el tratamiento de la LCT en el contexto prehospitalario.

En Estados Unidos, la asistencia médica de urgencias en el escenario de un incidente la proporciona una amplia gama de profesionales¹⁷. Los Profesionales de primera respuesta (*First Responder*) y los técnicos de emergencias médicas (TEM) *EMT-Basic* llevan a cabo la evaluación del paciente y las intervenciones de carácter no invasor. Sin embargo, hay una tendencia creciente hacia el ofrecimiento de formación adicional a los TEM de nivel *EMT-Basic*, lo que ha permitido que algunos de estos profesionales puedan realizar ciertos procedimientos invasores, tal como la colocación de una cánula intravenosa (I.V.) y las intervenciones avanzadas sobre la vía respiratoria. El nivel formativo *EMT-Intermediate* incluye la capacitación para realizar intervenciones de carácter invasor, tal como la canulación I.V., la intubación endotraqueal y la administración de un número limitado de medicamentos de reanimación. El TEM profesional de la emergencia prehospitalaria posee un nivel formativo mayor, puede realizar una evaluación avanzada del paciente incluyendo la intubación endotraqueal, el reconocimiento mediante electrocardiograma (ECG), la canulación I.V., la toracotomía con aguja y la administración de un elevado número de medicamentos. En muchos países, los médicos que ejercen en ambulancias o helicópteros responden a los avisos y atienden a los pacientes en el contexto prehospitalario¹⁰.

Esta es la segunda edición basada en la evidencia de las Directrices para el tratamiento prehospitalario de la lesión cerebral traumática grave (*Guidelines for the Prehospital Management of Severe Traumatic Brain Injury*); la primera edición se publicó en 2000. Estas Directrices abordan aspectos clave y de utilidad para el tratamiento prehospitalario de la LCT grave. Los cambios más notables que han tenido lugar respecto a la primera edición han sido los siguientes:

- En los documentos de directrices previos, a las Recomendaciones se les asignaban Niveles (Estándares, Directrices, Opciones) en función del grado de confianza científica establecido a través de la base de bibliografía (grado de confianza Sólido, Moderado y Débil, respectivamente). En esta edición de las Directrices prehospitalarias las recomendaciones no llevan asignados Niveles. Sin embargo, al final de cada recomendación se indican claramente la *Solidez de la*

recomendación y la *Calidad de la evidencia* de la recomendación correspondiente (hay una descripción detallada de ello en el apartado Métodos).

- Las clasificaciones de la calidad de ciertas publicaciones incluidas en la edición previa han sido modificadas. Las publicaciones son clasificadas en esta edición tanto en función de su diseño como de su calidad (v. el apartado Métodos y el Apéndice A).
- En esta edición todos los capítulos se presentan en un formato nuevo y uniforme. Cada capítulo está organizado en los apartados cronológicos siguientes: Recomendaciones, Tablas de evidencia, Panorámica general, Proceso, Fundamento científico, Aspectos clave para la investigación futura y Bibliografía.
- Se ha añadido un capítulo nuevo denominado «Tratamiento: herniación cerebral», con el objetivo de subrayar las consideraciones específicas que conlleva el tratamiento de estos pacientes.
- La discusión relativa a la sedación, la intubación mediante secuencia rápida y el uso de lidocaína se ha desplazado al capítulo «Tratamiento: vía respiratoria, ventilación y oxigenación».
- Se ha eliminado el tema denominado Tratamiento cerebral dirigido. Su contenido ha sido distribuido en los temas Herniación cerebral, Reanimación mediante fluidoterapia y Vía respiratoria/ventilación/oxigenación.
- Se ha incluido un nuevo capítulo denominado «Toma de decisiones en el sistema SEM», que representa una ampliación del capítulo «Decisiones relativas al traslado hospitalario» correspondiente a la edición previa. En este capítulo se abordan las cuestiones relativas al traslado del paciente, el nivel asistencial, el método de traslado y el destino.
- En cada tema se ha incluido un apartado separado correspondiente a la bibliografía pediátrica.
- Las publicaciones citadas en el texto que no constituyen evidencia respecto a alguna recomendación no se recogen en las Tablas de evidencia.

Advertencia: Aunque el tratamiento de la LCT ha mejorado de manera considerable, es evidente que la prevención de la LCT debe constituir una prioridad. Los sistemas SEM y los profesionales que ejercen en los mismos son contemplados cada vez más como elementos esenciales en las actividades de prevención de los traumatismos. Los profesionales de los SEM actúan en la interfaz correspondiente a la salud pública, la seguridad pública y la asistencia a los pacientes individuales³, además de que mantienen una interacción diaria y específica con los pacientes debido a que pueden acceder a los domicilios, los colegios y los centros de trabajo, lo que les ofrece la oportunidad de evaluar los riesgos, aprovechar los «momentos docentes», recoger datos, ofrecer una educación de carácter comunitario y actuar en defensa de los débiles^{12,21}.

La National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) señala en su documento «EMS Education Agenda for the Future»²⁰ que la prevención de los traumatismos es un componente esencial en la educación de los profesionales de los SEM, mientras que la educación relativa a la prevención de los traumatismos forma parte del National Standard Curriculum (NSC) relativo a los profesionales de la emergencia prehospitalaria¹⁹. Junto al conocido éxito de los programas preventivos, tal como el uso obligatorio del casco^{4,11,13,14}, los 800.000 profesionales de la asistencia prehospitalaria¹⁸ existentes en nuestro país tienen la posibilidad de influir de manera profunda en el campo representado por la prevención de los traumatismos.

Para ello, muchos sistemas SEM han desarrollado programas centrados en la prevención de los traumatismos dentro de las comunidades a las que atienden. Estos programas han abordado cuestiones diversas, incluyendo el uso apropiado de los asientos de seguridad infantiles en los coches, la prevención de las caídas y la inspección de seguridad en los domicilios⁵. Sin embargo, hasta el momento sólo hay una evidencia limitada de que las iniciativas específicas para la prevención de los traumatismos realizadas por los profesionales de la asistencia prehospitalaria, incluyendo los programas de prevención primaria, hayan reducido la morbilidad y mortalidad asociadas a traumatismos específicos, incluyendo la LCT^{15,16}. Por tanto, el impacto de la función desempeñada por los profesionales de los SEM y por los programas de prevención de los traumatismos en lo relativo a la LCT no se puede determinar a través de la evidencia disponible. Así, en este documento no es posible ofrecer directrices basadas en la evidencia respecto a las iniciativas de prevención de los traumatismos que llevan a cabo los sistemas SEM.

A medida que continúa su expansión, el campo de los servicios SEM debe seguir efectuando una validación rigurosa de las intervenciones específicas que tienen lugar en el entorno prehospitalario, incluyendo las centradas en las iniciativas de prevención de los traumatismos que llevan a cabo los profesionales del SEM. Al mismo tiempo, los profesionales del SEM deben seguir apoyando la implementación en el contexto prehospitalario de las iniciativas de prevención individuales y comunitarias que hayan demostrado buenos resultados y que hayan sido validadas.

A pesar de que la evidencia científica existente es insuficiente para apoyar un estándar asistencial respecto a muchos parámetros de práctica clínica, este documento ha reunido en un formato cohesivo y exhaustivo la bibliografía científica actual con el objetivo de mostrar la evidencia óptima existente en este momento. Esperamos que los profesionales del SEM encuentren útil esta información y que, a su vez, la utilicen en beneficio de los pacientes que sufren una LCT.

Bibliografía

1. Baxt WG, Moody P. The impact of advanced prehospital care on the mortality of severely brain-injured patients. *J Trauma*. 1987;27:365-369.
2. Clawson J. Telephone treatment protocols. *J Emerg Med Serv*. 1986;11:43-47.
3. Garrison HG, Foltin GL, Becker LR, Chew JL, et al. The role of emergency medical services in primary injury prevention. *Ann Emerg Med*. 1997 Jul;30(1):84-91.
4. Heilman DR, Weisbuch JB, Blair RW, Graff LL. Motorcycle-related trauma and helmet usage in North Dakota. *Ann Emerg Med*. 1982;11:659-664.
5. Krimston J, Griffiths K. EMS champions of injury prevention: Highlights from some of the best injury-prevention programs in the United States. *JEMS*. 2004 Nov; 29(11):80-4, 86, 88.
6. Langlois JA, Rutland-Brown W, Thomas KE. Traumatic brain injury in the United States: Emergency department visits, hospitalizations, and deaths. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control; 2004.
7. National Center for Injury Prevention and Control: Facts about Traumatic Brain Injury. September, 2006. Available online: www.cdc.gov/ncipc/tbi/TBI.htm.
8. NICHCY Disability Fact Sheet: Traumatic Brain Injury. No.18. May, 2006. Available online: <http://www.nichcy.org/pubs/factshe/fs18.pdf>.
9. Novack T. TBI Inform: Introduction to Brain Injury Facts and Stats. Issue 2. February 2000. Available online: <http://main.uab.edu/tbi/show.asp?durki=27492&site=2988&return=57898>.
10. Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet* 1967;2:271-273.
11. Peek-Asa C, Kraus JF. Estimates of injury impairment after acute traumatic injury in motorcycle crashes before and after passage of a mandatory helmet use law. *Ann Emerg Med*. 1997;29:630-636.
12. Razzak JR, Sasser SM, Kellermann AK. Injury prevention and other international public health initiatives. *Emerg Med Clin North Am*. 2005 Feb;23(1):85-98.
13. Rowland J, Rivara F, Salzberg P, Soderberg R, Maier R, Koepsell T. Motorcycle helmet use and injury outcome and hospitalization costs from crashes in Washington State. *Am J Public Health*. 1996;86:41-45.
14. Sarkar S, Peek C, Kraus JF. Fatal injuries in motorcycle riders according to helmet use. *J Trauma*. 1995;38:242-245.
15. Sasser S, Varghese M, Kellermann A, Lormand JD. Prehospital trauma care systems. Geneva, World Health Organization, 2005.
16. Sayre MR, White LJ, Brown LH, McHenry SD, et al. National EMS Research Agenda. *Prehosp Emerg Care*. 2002. Jul-Sep;6(3 Suppl):S1-43.
17. The Journal of Emergency Care, Rescue and Transportation: State and Province Survey 1997. Volume 26, Number 12, December 1997.
18. Thoma T, Vaca F. Taking injury prevention to the out-of-hospital provider for career gain and safety. *Ann Emerg Med*. 2004 Apr;43(4):522-524.
19. US National Highway Traffic Safety Administration. Emergency medical technician paramedic: national standard curriculum (EMT-P). Release of 1998. Washington, DC.
20. US National Highway Traffic Safety Administration. EMS education agenda for the future: a systems approach. Washington, DC: US Government Printing Office; 2000.
21. Yancey AH, Martinez R, Kellermann AL. Injury prevention and emergency medical services: the "Accidents Aren't" program. *Prehosp Emerg Care*. 2002 Apr-Jun;6(2):204-209.

MÉTODOS

I. REFINAMIENTO DE LOS TEMAS

La Brain Trauma Foundation (BTF) y el BTF Center for Guidelines Management (Center) (el Centro) mantuvieron una reunión virtual en la que estuvieron presentes las personas que habían participado previamente en el desarrollo de las directrices del tratamiento prehospitalario de la lesión cerebral traumática (LCT), así como otros colegas que iniciaban en ese momento su participación en el proyecto. Todos ellos especificaron los temas a incluir en la nueva actualización y acordaron incluir la bibliografía pediátrica como un apartado separado en cada tema. En una reunión de trabajo posterior en la que participaron profesionales de la BTF y del Centro se llevó a cabo un refinamiento adicional de los temas a abordar y del alcance de la revisión. El grupo acordó mantener la distinción entre los temas de *Evaluación* y los temas de *Tratamiento*, de la manera siguiente:

<i>Evaluación</i>	Oxigenación y presión arterial Puntuación en la Escala del coma de Glasgow Evaluación de las pupilas
<i>Tratamiento</i>	Vía respiratoria/ventilación/oxigenación Reanimación mediante fluidoterapia Herniación cerebral Sistemas de asistencia traumatológica y Decisiones relativas al traslado hospitalario

Más adelante, el grupo acordó eliminar el tema de Tratamiento cerebral dirigido y distribuir su contenido de la forma siguiente:

Herniación cerebral: Este es un capítulo nuevo que incluye la hiperventilación, el uso de manitol y el tratamiento hiperosmolar.

Reanimación mediante fluidoterapia: En este capítulo se abordan los tratamientos hiperosmolar y no hiperosmolar.

Vía respiratoria/ventilación/oxigenación: En este capítulo se considera la sedación.

En un estudio de investigación preliminar se observó que el tema Prevención estaba fundamentado en una

base de bibliografía insuficiente. Por ello, el grupo acordó resumir los hallazgos descriptivos y discutir la investigación futura relativa a la Prevención en el apartado Introducción del documento de Directrices.

Para el trabajo correspondiente a cada tema fueron asignados cuatro participantes, dos para el apartado de adultos y dos para el apartado pediátrico. Los participantes completaron la búsqueda relativa a cada tema y proporcionaron los términos utilizados en la búsqueda electrónica de la bibliografía.

II. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión

- estudios realizados sobre personas.
- estudios correspondientes a lesión cerebral traumática.
- estudios publicados en lengua inglesa.
- estudios con participación de 25 o más personas.
- ensayos clínicos realizados con asignación aleatoria y control (ECAC), estudios de cohortes, estudios caso-control, series de casos, bases de datos, registros.

Criterios de exclusión

- estudios en los que la muestra estaba constituida por más de un 15% de pacientes pediátricos o por más de un 15% de pacientes con procesos patológicos diferentes de la LCT y en los que los datos no fueron presentados de manera separada (v. Apéndice C).
- estudios con una variable independiente inadecuada (p. ej., la intervención no fue específica respecto al tema considerado).
- estudios con una variable dependiente inadecuada (p. ej., la evolución no se refirió a la mortalidad o la morbilidad, o bien no se estableció una asociación con la evolución clínica).
- estudios en los que los parámetros estadísticos utilizados en el análisis de los datos no fueron apropiados respecto al diseño de investigación, las variables utilizadas, el tamaño de la muestra o cualquier combinación de estos factores.
- estudios de casos aislados, comentarios editoriales, comentarios de otro tipo, cartas al director.

III. BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

Los profesionales del centro trabajaron con un bibliotecario con nivel de doctor y especializado en investigación para elaborar estrategias de búsqueda electrónica respecto a cada tema, desde 1996 hasta abril-agosto de 2005 (v. Apéndice B). Utilizaron las estrategias que tenían la probabilidad máxima de detectar la mayor parte de la bibliografía adecuada, lo que dio lugar a la obtención de un elevado número de citas bibliográficas no relevantes. A los participantes en cada tema se les remitió un conjunto de resúmenes. Sin el conocimiento de trabajo de los demás, cada participante leyó los resúmenes y eliminó las citas bibliográficas pertinentes utilizando los criterios especificados anteriormente.

Los profesionales del Centro compararon las listas de publicaciones seleccionadas por los participantes, identificaron las discrepancias y trabajaron con los autores para resolverlas. A cada participante se le remitió un conjunto de publicaciones en forma de texto completo. Los participantes leyeron las publicaciones y determinaron la lista final de estudios que se deberían utilizar como evidencia. Los resultados de las búsquedas electrónicas fueron complementados mediante las recomendaciones efectuadas por los compañeros y mediante las listas de bibliografía recogidas en cada estudio.

Entre 2005 y julio de 2006 se llevó a cabo una segunda búsqueda para detectar cualquier cita bibliográfica relevante de Clases I o II que pudiera haber sido publicada desde que se llevó a cabo la primera búsqueda de la bibliografía en 2005. A las publicaciones seleccionadas en la búsqueda original se añadieron las publicaciones relevantes correspondientes a este período, de manera que se elaboró la lista bibliográfica final de estudios que fueron utilizados como evidencia en este documento. En el Apéndice D se muestra el resultado de cada fase de la búsqueda bibliográfica.

IV. RESUMEN Y SÍNTESIS DE LOS DATOS

Sin el conocimiento del trabajo de los demás, los participantes leyeron cada publicación y resumieron los datos utilizando para ello un formato predeterminado. Después, efectuaron un bosquejo de los capítulos y todo el equipo participó en una sesión de trabajo de 2 días para discutir la base bibliográfica y para alcanzar un consenso respecto a la clasificación de la calidad de la evidencia y de la solidez de las recomendaciones.

Tras esta sesión de trabajo, los participantes revisaron cada tema en función de las recomendaciones efectuadas por todo el grupo. Después se llevaron a cabo reuniones virtuales durante las cuales un subgrupo de aproximadamente cinco miembros del equipo presentó en internet cada tema. Las versiones finales fueron distribuidas a los miembros del Comité de revisión. Las críticas ofrecidas por el Comité de revisión fueron

TABLA 1. Evaluación de la calidad de los estudios diagnósticos

Criterios:	
•	La prueba de detección es relevante, está disponible y se describe adecuadamente
•	En el estudio se aplica un estándar de referencia verosímil, con independencia de los resultados de la prueba
•	El estándar de referencia se interpreta de manera independiente respecto a la prueba de detección
•	Los resultados indeterminados se manejan de forma razonable
•	Definición del espectro de pacientes que participaron en el estudio
•	Tamaño adecuado de la muestra
•	Aplicación de una prueba de detección fiable
Clase de evidencia en función de los criterios anteriores:	
Clase I	Se evalúa una prueba de detección relevante y disponible; se utiliza un estándar de referencia verosímil; el estándar de referencia es interpretado con independencia de la prueba de detección; hay una valoración de la fiabilidad de la prueba; los resultados indeterminados son escasos o se manejan de forma razonable; hay un elevado número (más de 100) pacientes de amplio espectro que presentan y no presentan la enfermedad en cuestión.
Clase II	Se evalúa una prueba de detección relevante y disponible; se utiliza un estándar razonable, aunque no el mejor; el estándar de referencia es interpretado con independencia de la prueba de detección; el tamaño de la muestra es intermedio (50 a 100 participantes) y el espectro de participantes es «medio». Un estudio puede ser considerado de Clase II con menos de 50 pacientes si cumple todos los demás criterios de la Clase II.
Clase III	El estudio presenta un defecto importante tal como los siguientes: utilización de un estándar de referencia inapropiado; aplicación inadecuada de la prueba de detección; valoración sesgada del estándar de referencia; tamaño de la muestra muy pequeño o espectro de participantes muy estrecho.

consideradas por los participantes e incorporadas o no incorporadas, en función de su precisión y coherencia respecto al proceso sistemático preespecificado.

V. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LA EVIDENCIA

Se han utilizado criterios diferentes para evaluar la calidad de la evidencia en los temas correspondientes a evaluación y en los temas correspondientes a tratamiento. Los criterios de calidad correspondientes a los temas de evaluación se recogen en la tabla 1, mientras que los correspondientes a los temas de tratamiento se muestran en la tabla 2. Todos estos criterios están fundamentados en los desarrollados por la Preventive Services Task Force estadounidense¹, el National Health Service Centre for Reviews and Dissemination británico² y la Cochrane Collaboration³.

Las publicaciones recogidas en las tablas de evidencia fueron evaluadas por dos epidemiólogos que desconocían entre sí el trabajo realizado por cada uno de ellos y también la identificación de los estudios, de los autores de los estudios y de las revistas en las que fue-

TABLA 2. Evaluación de la calidad de los estudios terapéuticos

Clase de evidencia	Diseño del estudio	Criterios de calidad
I	Ensayo clínico realizado con asignación aleatoria y control (ECAC) de calidad elevada	Método apropiado de asignación aleatoria. Enmascaramiento respecto a la asignación. Grupos similares a los iniciales. Enmascaramiento de los evaluadores externos. Tamaño adecuado de la muestra. Análisis de intención de tratar. Tasa de seguimiento > 85%. Pérdida diferencial de pacientes durante el seguimiento. Mantenimiento de grupos comparables.
II	ECAC de calidad intermedia	Violación de uno o más criterios del ECAC de calidad elevada ¹ .
II	Estudio de cohortes con calidad elevada	Evaluación a ciegas o independiente en un estudio prospectivo, o bien uso de datos fiables ² en un estudio retrospectivo. Comparación de dos o más grupos claramente diferenciados. Ausencia de sesgos de selección. Tasa de seguimiento ≥ 85%. Tamaño adecuado de la muestra. Análisis estadístico de los posibles factores de confusión ³ .
II	Estudio caso-control de calidad elevada	Valoración precisa de los casos. Ausencia de sesgos en la selección de los casos/controles, con aplicación de los criterios de exclusión por igual a los casos y los controles. Tasa de respuesta adecuada. Consideración adecuada de las posibles variables de confusión.
III	ECAC de calidad baja	Violaciones importantes de los criterios del ECAC de calidad elevada o intermedia ¹ .
III	Estudio de cohortes de calidad intermedia o baja	Violación de uno o más criterios para un estudio de cohortes de calidad elevada ¹ .
III	Estudio caso-control de calidad intermedia o baja	Violación de uno o más criterios para un estudio caso-control de calidad elevada ¹ .
III	Series de casos, bases de datos o registros	Recogida prospectiva de los datos puramente de observación y recogida retrospectiva de datos.

¹El evaluador debe determinar si la existencia de una o más violaciones es suficiente para rebajar la Clase del estudio, en función del tema considerado, la gravedad de las violaciones, su posible impacto sobre los resultados y otros aspectos del estudio. La presencia de dos o tres violaciones no constituye necesariamente un defecto importante. El evaluador debe ofrecer un argumento coherente para justificar el hecho de que las violaciones obliguen o no a una rebaja en la Clase del estudio.

²Los datos fiables son datos concretos, tal como la tasa de mortalidad o la tasa de reintervención.

³Los autores de la publicación deben ofrecer una descripción de las características basales apropiadas y también tienen que controlar las características que se distribuyen de manera heterogénea entre los grupos de tratamiento.

ron publicados los estudios. Estos epidemiólogos aplicaron los criterios recogidos en las tablas 1 y 2 a cada estudio para efectuar una evaluación de la calidad y definir la clasificación del nivel de evidencia.

VI. RECOMENDACIONES

Al final de cada apartado de recomendaciones de este documento, dichas recomendaciones se clasifican en términos de *solidez* y de *calidad de la evidencia*. La solidez de las recomendaciones se estableció en función de la calidad global del cuerpo de evidencia utilizado para evaluar cada tema.

Solidez de las recomendaciones

En congruencia con los métodos propuestos por el grupo de trabajo Grades of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation (GRADE), las recomendaciones ofrecidas en este documento se clasifican como *sólidas* o *débiles*. Tal como se recoge en una declaración oficial de la American Thoracic So-

ciety, en la que se asumen los métodos GRADE respecto a sus propios documentos de directrices, «La solidez de una recomendación refleja el grado de confianza respecto al hecho de que su seguimiento va a dar lugar a efectos beneficiosos que superan a los efectos perjudiciales»⁴.

Las recomendaciones sólidas proceden de una evidencia de calidad alta que ofrece estimaciones precisas de las ventajas y desventajas del tema evaluado. En lo relativo a las recomendaciones débiles: 1) no hay confianza respecto a que sus ventajas superen a sus desventajas; 2) sus ventajas pueden ser similares a sus desventajas, o 3) no existe certeza respecto al grado de ventajas o desventajas.

Calidad del cuerpo de evidencia

Los métodos básicos utilizados para la evaluación y la clasificación de la calidad de la evidencia de los estudios individuales se recogen en las tablas 1 y 2. No obstante, en última instancia, los estudios individuales deben ser considerados de manera conjunta, a través

de metaanálisis o a través de una evaluación de carácter cualitativo. Por tanto, la solidez de las recomendaciones debe estar en función de la calidad del cuerpo de evidencia global utilizado para abordar cada tema.

La calidad del cuerpo de evidencia global respecto a cada recomendación recogida en este documento se clasifica en los niveles de *elevada*, *intermedia* o *baja*. Los factores que pueden disminuir la calidad son los posibles sesgos, las diferencias entre los resultados obtenidos en los distintos estudios, el uso de una evidencia indirecta y la falta de precisión. Por ejemplo, si en dos o más estudios de Clase I se obtienen resultados contradictorios respecto a un tema concreto, la calidad global posiblemente va a ser baja debido a que no hay certeza respecto al efecto. De la misma forma, los estudios de Clases I o II que ofrecen una evidencia indirecta pueden constituir en conjunto tan sólo una evidencia de calidad baja.

Evidencia indirecta

Son poco habituales los estudios realizados con control en el escenario de los incidentes. Una alternativa es la de aplicar a la asistencia en el escenario la evidencia obtenida en los estudios realizados en otros contextos, o bien la de aplicar a la LCT los resultados obtenidos en otros procesos patológicos. En este documento se ha utilizado la evidencia indirecta correspondiente a grupos de población hospitalaria o a estudios de carácter fisiológico, tras una consideración detallada de la calidad del estudio realizado sobre su propia población y, después, de su posible utilidad como evidencia indirecta. Para ello se ha aplicado el proceso siguiente de preguntas o cuestiones secuenciales:

1. ¿Hasta qué punto las características fisiológicas de la aplicación en el escenario se asemejan a las características fisiológicas de la aplicación hospitalaria?
2. ¿Cuáles son las diferencias entre los pacientes, los contextos, los tratamientos y los parámetros entre el escenario de un incidente y el contexto hospitalario?
3. ¿Hasta qué punto influyen estas diferencias en las características fisiológicas de la intervención?
4. ¿Hasta qué punto y en qué dirección influyen estas diferencias en el efecto observado?
5. ¿Cuál es el nivel de calidad de la publicación?
6. Considerando todas las cuestiones anteriores,
 - 1) determinar si la publicación se puede utilizar como evidencia indirecta y, en caso afirmativo,
 - 2) determinar la calidad de la evidencia.

En este documento, la evidencia indirecta utilizada en apoyo de una recomendación aparece identificada como tal.

Bibliografía

1. Harris RP, Helfand M, Woolf SH, et al. Current methods of the third U.S. Preventive Services Task Force. *American Journal of Preventive Medicine*. 2001;20(3S):21-35.
2. Anonymous. *Undertaking systematic reviews of research on effectiveness: CRD's guidance for those carrying out or commissioning reviews CRD Report Number 4 (2nd edition)*. York, UK: NHS Centre for Reviews and Dissemination; 2001. 4 (2nd edition).
3. Mulrow CD, Oxman AD. How to conduct a Cochrane systematic review. Version 3.0.2.
4. Schunemann HJ, Jaeschke R, Cook D, et al. An official ATS statement: Grading the quality of evidence and strength of recommendations in ATS guidelines and recommendations. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2006;174:605-614.

EVALUACIÓN

I. EVALUACIÓN: OXIGENACIÓN Y PRESIÓN ARTERIAL

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, principalmente obtenida en estudios de Clase III y a través de evidencia indirecta.

Pacientes adultos

- A. Los pacientes en los que se sospecha una lesión cerebral traumática (LCT) grave deben ser evaluados en el contexto prehospitalario para descartar hipoxemia (saturación de oxígeno en la hemoglobina de la sangre arterial < 90%) e hipotensión (presión arterial sistólica [PAS] < 90 mmHg).
- B. El porcentaje de la saturación de oxígeno en la sangre se debe determinar de manera continuada en el escenario mediante un oxímetro de pulso.
- C. La PAS y la presión arterial diastólica (PAD) se deben determinar mediante el método más preciso que permitan las circunstancias.
- D. La oxigenación y la presión arterial se deben determinar con la mayor frecuencia posible; si fuera posible, se deben monitorizar de manera continuada.

Pacientes pediátricos

- A. Los pacientes pediátricos en los que se sospecha una LCT grave deben ser evaluados en el contex-

to prehospitalario para descartar la presencia de hipotensión. La hipotensión pediátrica se define de la manera siguiente:

Edad	PAS
0 a 28 días	< 60 mmHg
1-12 meses	< 70 mmHg
1-10 años	< 70 + 2 x edad en años
> 10 años	< 90 mmHg

- B. El porcentaje de la saturación de oxígeno en la sangre se debe determinar de manera continuada en el escenario del incidente mediante un oxímetro de pulso y con uso de un sensor pediátrico apropiado.
- C. La PAS y la PAD se deben determinar con un maniquito de tamaño pediátrico. En los casos en los que es difícil determinar la presión arterial debido a la edad del niño o a su hábito corporal, se pueden utilizar como parámetros sucedáneos la documentación del estado mental, la calidad de los pulsos periféricos y el tiempo de relleno capilar.
- D. La oxigenación y la presión arterial se deben determinar con la mayor frecuencia posible; si fuera posible, se deben monitorizar de manera continuada.

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Chesnut et al., 1993 ²	Un estudio prospectivo realizado sobre 717 pacientes con LCT grave atendidos consecutivamente en cuatro centros, en el que se evaluó el efecto de la hipotensión sobre la evolución (PAS < 90 mmHg), desde el traumatismo hasta la reanimación.	III	La hipotensión fue un factor predictivo estadísticamente independiente de la evolución. Un único episodio de hipotensión durante este período se asoció a una duplicación de la mortalidad y también incrementó la morbilidad. Los pacientes cuya hipotensión no fue corregida en el escenario presentaron una evolución peor que los pacientes en los que la hipotensión se había normalizado al llegar al servicio de urgencias.
Fearnside et al., 1993 ⁶	Un estudio prospectivo efectuado sobre 315 pacientes con LCT grave atendidos consecutivamente en un único centro, en el que fueron evaluados los factores predictivos de evolución prehospitalarios y hospitalarios.	III	La hipotensión (PAS < 90 mmHg) en cualquier momento de la evolución del paciente fue un factor predictivo independiente de la evolución.

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Gentleman, 1992 ⁸	Un estudio retrospectivo realizado sobre 600 pacientes con LCT grave repartidos en tres cohortes, evaluados respecto a la influencia de la hipotensión sobre la evolución y respecto al efecto de la mejora de la asistencia prehospitalaria sobre la disminución de su incidencia y de su impacto negativo.	III	La mejora del tratamiento prehospitalario disminuyó la incidencia de hipotensión, pero su impacto sobre la evolución de los pacientes con problemas de hipotensión mantuvo su significación estadística como factor predictivo independiente de una evolución mala. Las estrategias terapéuticas que previenen o minimizan la hipotensión en la fase prehospitalaria mejoran la evolución de los pacientes con LCT grave.
Hill et al., 1993 ⁹	Un estudio retrospectivo del tratamiento de reanimación efectuado en el contexto prehospitalario y en el servicio de urgencias, sobre 40 pacientes consecutivos que habían sufrido un politraumatismo. La hipotensión (PAS \leq 80 mmHg) se correlacionó fuertemente con la mortalidad. La hipovolemia de origen hemorrágico fue la etiología principal de la hipotensión.	III	La mejora del tratamiento de la hipotensión secundaria a hipovolemia es un posible mecanismo importante para mejorar la evolución en los pacientes con LCT grave.
Marmarou et al., 1991 ¹³	A partir de una base de datos de 1.030 pacientes con LCT grave, elaborada de manera prospectiva, fueron evaluados los 428 pacientes que cumplieron los criterios de monitorización en una unidad de cuidados intensivos respecto a los parámetros de monitorización que determinaron la evolución y sus valores umbral. Los dos valores más importantes fueron la proporción de las determinaciones de la presión intracraneal (PIC) efectuadas cada hora y superiores a 20 mmHg, y la proporción de determinaciones de la PAS efectuadas cada hora de inferiores a 80 mmHg.	III	La incidencia de la morbilidad y la mortalidad secundarias a una LCT grave está fuertemente relacionada con la PIC y con la hipotensión determinada durante el tratamiento de la PIC.
Stocchetti et al., 1996 ²¹	Un estudio prospectivo de los datos obtenidos en el escenario del accidente en 50 pacientes con LCT grave rescatados mediante helicóptero. La PAS fue clasificada en los grupos de < 60 mmHg, 60-80 mmHg, 81-99 mmHg y > 99 mmHg. La saturación arterial de oxígeno determinada mediante oximetría de pulso se clasificó en los grupos de < 60%, 60-80%, 81-90% y > 90%.	III	Las presiones sanguíneas bajas o las saturaciones de oxígeno bajas en el contexto prehospitalario se asociaron a una evolución peor. La saturación arterial de oxígeno del 80% o inferior se asoció a una mortalidad del 47%, en comparación con una mortalidad del 15% cuando la saturación de oxígeno fue superior al 80%.
Vassar et al., 1993 ²³	Un ensayo clínico prospectivo, multicéntrico y realizado con asignación aleatoria y control, en el que se comparó la eficacia de la administración de 250 ml de suero salino hipertónico con la administración de suero salino normal como fluidoterapia de reanimación inicial, con los objetivos de la reanimación y de la mejora de la evolución de los pacientes con traumatismo de hipotensión.	II	El análisis <i>post hoc</i> del grupo con LCT grave reveló que el grupo tratado con suero salino hipertónico presentó una supervivencia hasta el alta que, desde el punto de vista estadístico, fue significativamente mayor.
Estudios nuevos			
Davis et al., 2004 ³	Un estudio prospectivo y de observación realizado sobre 59 pacientes con sospecha de LCT en los que los profesionales de la emergencia prehospitalaria realizaron la reanimación mediante secuencia rápida (ISR) en el escenario con monitorización continuada del oxígeno y la concentración de dióxido de carbono al final del volumen corriente (ETCO ₂).	III	Los pacientes con una pO ₂ < 70% y una ETCO ₂ < 27 mmHg presentaron un aumento en el riesgo de fallecimiento.
Dunford et al., 2003 ⁴	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 54 pacientes con sospecha de LCT en los que se realizó ISR en el escenario con monitorización continuada de la saturación de oxígeno y de la frecuencia del pulso.	III	El 57% de los pacientes presentó desaturación de oxígeno. La disminución de la frecuencia del pulso se observó en el 61% de los pacientes con desaturación, y la bradicardia profunda en el 19%.
Garner et al., 2001 ⁷	Una revisión retrospectiva de 296 pacientes con LCT grave tratados por profesionales de la emergencia prehospitalaria o por equipos de traslado médico de pacientes en situación crítica, en Australia.	III	La incidencia de hipotensión tras el primer contacto en el escenario fue del 16,2%.
Ochs et al., 2002 ¹⁷	Un estudio prospectivo y de observación realizado sobre 114 pacientes con LCT en los que los profesionales de la emergencia prehospitalaria realizaron ISR. Los criterios principales de valoración fueron el resultado adecuado de la intubación y la determinación de la saturación de oxígeno y de los niveles de CO ₂ tras la llegada al servicio de urgencias (SU).	III	Se observó hipotensión en el 18,7% de los pacientes tras el primer contacto. La intubación endotraqueal se llevó a cabo adecuadamente en el 84%; en el 15% se utilizó un dispositivo Combitube; en un paciente fracasó la intubación.

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Kokoska et al., 1998 ¹²	Una revisión retrospectiva de 72 pacientes pediátricos (rango de edad, 3 meses-14 años) para evaluar los episodios de hipotensión y la evolución. El episodio de hipotensión fue definido como una presión arterial inferior al quinto percentil respecto a la edad, con una duración superior a 5 minutos.	III	Los episodios de hipotensión en la fase prehospitalaria, en el servicio de urgencias y en la unidad de cuidados intensivos (UCI) se asociaron significativamente a una evolución mala.
Pigula et al., 1993 ¹⁹	Fueron estudiados prospectivamente 58 pacientes pediátricos (< 17 años de edad) con LCT grave para determinar el efecto de la hipotensión (PAS < 90 mmHg) sobre la evolución.	III	Un episodio de hipotensión dio lugar a una disminución cuádruple de la supervivencia.
Estudios nuevos			
Vavilala et al., 2003 ²²	Una revisión retrospectiva recogida en el registro de traumatismos, efectuada sobre niños menores de 14 años de edad con una lesión cerebral traumática aislada (Escala de gravedad del traumatismo abreviada [<i>Abbreviated Injury Severity Scale</i>] < 2) y una puntuación en la Escala del coma de Glasgow (GCS, <i>Glasgow Coma Scale</i>) < 9. Los datos demográficos, de evaluación y correspondientes a los factores de riesgo se obtuvieron a partir de las historias clínicas de los servicios de urgencias (puntuación GCS, PAS, tomografía computarizada [TC], coagulopatía).	III	En los niños con una PAS inferior al percentil 75 respecto a la edad, el 63% presentó una evolución mala y el 29% falleció. En comparación, en el grupo de los niños con una PAS superior al percentil 75 respecto a la edad, el 29% presentó una evolución mala y el 10% falleció. La presión sistólica inferior al percentil 75 respecto a la edad se asoció a una evolución mala y a una tasa de mortalidad elevada.

III. PANORÁMICA GENERAL

En la LCT grave son frecuentes los problemas secundarios y dichos problemas inducen un efecto profundamente negativo sobre la evolución. Esta influencia parece presentar diferencias importantes en los episodios de hipoxemia o hipotensión de magnitud similar que tienen lugar en los pacientes que han sufrido un traumatismo pero que no presentan afectación neurológica. Por tanto, es importante determinar si hay evidencia que apoye la determinación en la fase prehospitalaria de los valores umbral de la oxigenación y la presión arterial.

IV. PROCESO

Para esta actualización se realizó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, utilizando para ello la estrategia de búsqueda relativa a esta cuestión (v. Apéndice B); los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por el resto del grupo o identificada a través de las listas de bibliografía de los estudios seleccionados. En lo relativo a los estudios sobre pacientes adultos, a los 28 estudios potencialmente relevantes se añadieron cuatro en la tabla y se utilizaron como evidencia para esta cuestión. Con respecto a los estudios sobre pacientes pediátricos, de las 53 publicaciones potencialmente relevantes solamente se añadió un nuevo estudio como evidencia (v. Tablas de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos

- A. Los pacientes con sospecha de lesión cerebral traumática (LCT) grave deben ser monitorizados en la fase prehospitalaria respecto a la hipoxemia (saturación de oxígeno en la hemoglobina de la sangre arterial < 90%) o la hipotensión (PAS < 90 mmHg).
- B. El porcentaje de saturación de oxígeno en la sangre se debería determinar de manera continuada en el escenario mediante un oxímetro de pulso.
- C. La PAS y la PAD se deberían determinar mediante el método más preciso que se pueda aplicar en función de las circunstancias.
- D. La oxigenación y la presión arterial se deberían determinar con la mayor frecuencia posible; si fuera posible, se deberían monitorizar de manera continuada.

Fundamento. La influencia perjudicial de la hipotensión y la hipoxemia sobre la evolución de los pacientes con LCT grave fue analizada sobre un conjunto de datos de gran volumen (717 pacientes) obtenidos de manera prospectiva a partir del Traumatic Coma Data Bank (TCDB)^{2,13}. En el estudio TCDB se demostró que la hipotensión (definida como una única observación de PAS < 90 mmHg) y la hipoxemia (definida como la presencia de apnea, cianosis o una saturación de oxígeno

no en la hemoglobina $< 90\%$ en el escenario, o bien como una $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg en la gasometría en sangre arterial) en la fase prehospitalaria estuvieron entre los cinco factores predictivos más potentes respecto a la evolución. Estos hallazgos clínicos fueron estadísticamente independientes de otros factores predictivos importantes, tal como la edad, la puntuación en la Escala del coma de Glasgow (GCS, *Glasgow Coma Scale*) en el momento de la hospitalización, la puntuación motora GCS en el momento de la hospitalización, el diagnóstico intracraneal y el estado de las pupilas. Un único episodio de hipotensión se asoció a una duplicación de la mortalidad y a un incremento de la morbilidad, en comparación con lo observado en un grupo de pacientes con características similares y sin hipotensión. En el estudio se definieron la hipotensión y la hipoxemia como la observación de un único episodio que cumplía los criterios definitorios de cada una de ellas, y no se requirió el criterio de la duración prolongada de la lesión secundaria.

En un estudio de Clase III de menor envergadura, efectuado en Australia, se corroboraron los resultados anteriores, especialmente en lo relativo a los efectos de la hipotensión sobre la evolución⁶. Los factores predictivos clínicos de la mortalidad determinados en este estudio fueron idénticos. En ambos estudios, los dos factores predictivos con posibilidad de modificación a través de manipulaciones clínicas fueron la hipotensión y la hipoxemia. Estos datos son similares a los obtenidos en otros estudios retrospectivos efectuados en el contexto hospitalario sobre pacientes adultos^{8-11,14-16,18,20,25}.

La incidencia de hipotensión en los pacientes con LCT tras el contacto inicial en el escenario ha sido del 16% (48/296) en un estudio efectuado en Australia y publicado recientemente⁷. De la misma forma, en un estudio realizado en San Diego se observó hipotensión inicial ($\text{PAS} < 90$ mmHg) en el 19% de los pacientes¹⁷.

En un estudio realizado en Italia²¹ sobre 50 pacientes con LCT trasladados mediante helicóptero se observó que el 55% presentó una saturación de oxígeno $< 90\%$ en el escenario del incidente, antes de la intubación. Tanto la hipoxemia como la hipotensión influyeron negativamente de forma significativa sobre la evolución. De los 28 pacientes con hipoxemia, 13 no presentaron hipotensión asociada. Hubo una asociación significativa entre la desaturación de oxígeno en la sangre arterial y la evolución mala ($p < 0,005$):

Saturación de oxígeno	Mortalidad	Discapacidad grave
$> 90\%$	14% (3/21)	5% (1/21)
60-90%	27% (6/22)	27% (6/22)
$< 60\%$	50% (3/6)	50% (3/6)

La importancia de la monitorización frecuente o continuada de la saturación de oxígeno ha quedado demostrada recientemente en un estudio realizado sobre pacientes atendidos en San Diego en los que se sospechó LCT y en los que se llevó a cabo la intubación mediante secuencia rápida (ISR) en el contexto prehospitalario³. Los 59 pacientes que participaron en el estudio presentaron equiparación con tres pacientes control históricos no intubados. Durante la segunda mitad del estudio los pacientes fueron monitorizados mediante un dispositivo que registró de manera continuada la saturación de oxígeno (así como el CO_2 al final del volumen corriente [ETCO_2]) a intervalos de 8 segundos, lo que permitió a los investigadores documentar la aparición, cronología y duración de los episodios de hipoxia. En comparación con los controles históricos, tras el control respecto a otros factores de confusión, los autores señalaron que la desaturación profunda de oxígeno ($\text{SpO}_2 < 70\%$) durante la intubación y la aparición de cualquier episodio de desaturación de oxígeno ($\text{SpO}_2 < 90\%$) se asociaron a una mortalidad mayor (cociente de posibilidades [OR], 3,89; intervalo de confianza [IC] del 95%, 1,12-13,52 y 3,86; IC del 95%, 1,18-12,6, respectivamente). En el análisis de subgrupos efectuado en este estudio se observó que 31/54 (57%) pacientes presentaron una hipoxemia transitoria durante el intento de ISR⁴. Además, el periodo de desaturación tuvo una duración aproximada de 2,33 min.

Discusión relacionada. Los estudios realizados en el contexto hospitalario ofrecen datos importantes que pueden ser extrapolados al contexto prehospitalario y que son representativos de la situación existente en los mismos. En un estudio efectuado sobre 107 pacientes con LCT de gravedad intermedia o elevada (puntuación GCS < 13), los autores intentaron evaluar el efecto de la hipotensión y la hipoxia sobre la evolución neurológica funcional de estos pacientes a través de la cuantificación específica del grado y la duración de la lesión secundaria¹. Cualquier episodio de hipotensión se asoció al aumento en el riesgo de mortalidad hospitalaria a los 30 días (OR, 3,39) y, en función del análisis de cuantificación, la hipotensión moderada e intensa se asoció a tasas de mortalidad progresivamente mayores (OR, 3,14 y 12,55, respectivamente), y también a una tendencia mayor hacia la mala evolución neurológica funcional. En este estudio la hipoxia no indujo ningún efecto sobre la evolución de los pacientes.

En otro estudio realizado sobre una muestra de conveniencia constituida por 50 pacientes con LCT que fueron trasladados hasta un centro de referencia neuroquirúrgico regional tras haber sido admitidos en un hospital, se observó que en el momento de la llegada al centro de referencia el 6% de los pacientes presentaba hipoxia (saturación de $\text{O}_2 < 95\%$) y el 16% hipotensión ($\text{PAS} < 90$ mmHg en los adultos y con ajuste de la edad en los niños)⁵. Los autores del estudio no evaluaron el efecto sobre la evolución de los pacientes. No obstante,

en este estudio se demostró que las lesiones secundarias no son infrecuentes incluso tras una supuesta reanimación y estabilización, por lo que siempre deben ser tenidas en cuenta.

La cifra de la PAS de 90 mmHg para definir el umbral de la hipotensión se estableció arbitrariamente y es un parámetro más estadístico que fisiológico. Al considerar la evidencia relativa a la influencia de la presión de perfusión cerebral (PPC) sobre la evolución, es posible que las PAS significativamente mayores de 90 mmHg puedan ser idóneas durante la fase prehospitalaria y de reanimación, pero hasta el momento no se han realizado estudios para corroborar esta suposición. También hay que considerar la importancia de la presión arterial media (PAM), más que de la PAS, no solamente debido a la función que desempeña en el cálculo $[PPC] = [PAM - \text{presión intracraneal (PIC)}]$, sino también debido a que la inexistencia de una relación constante entre la PAS y la PAM hace que los cálculos fundamentados en los valores sistólicos sean poco fiables. A lo largo de toda la evolución del paciente puede tener utilidad el mantenimiento de una PAM considerablemente superior a la representada por las PAS de 90 mmHg.

No se ha publicado ningún estudio de Clase I para evaluar la eficacia de la prevención o la corrección de la hipotensión temprana en el contexto prehospitalario, con vistas a mejorar la evolución. Sin embargo, un subgrupo de pacientes con LCT grave fue sometido a un análisis post hoc en el contexto de un ensayo clínico multicéntrico y realizado con asignación aleatoria y control en el que se comparó la eficacia de la administración de 250 ml de suero salino hipertónico con la de la administración de suero salino normal en la reanimación inicial mediante fluidoterapia de los pacientes que habían sufrido un traumatismo y que presentaban hipotensión²³. En este estudio, los pacientes del grupo de suero salino hipertónico presentaron respuestas mejores de la presión arterial, disminución de los requerimientos globales de fluidoterapia y una supervivencia mayor. Los investigadores revisaron retrospectivamente las historias clínicas del subgrupo de pacientes con LCT grave y observaron que estas personas presentaron una mejoría estadísticamente significativa en la supervivencia determinada en el momento del alta. A pesar de que este fue un análisis post hoc de datos de Clase II, su resultado sugiere que la elevación de la presión arterial en los pacientes con LCT grave e hipotensión mejora su evolución.

Pacientes pediátricos

1. Los pacientes pediátricos con sospecha de LCT grave deben ser evaluados en el contexto prehospitalario para descartar la presencia de hipotensión. La hipotensión pediátrica se define de la manera siguiente:

Edad	PAS
0 a 28 días	< 60 mmHg
1-12 meses	< 70 mmHg
1-10 años	< 70 + 2 x edad en años
> 10 años	< 90 mmHg

2. El porcentaje de la saturación de oxígeno en la sangre se debe determinar de manera continuada en el escenario mediante un oxímetro de pulso y con uso de un sensor pediátrico apropiado.
3. La PAS y la PAD se deben determinar con un maniquito de tamaño pediátrico. En los casos en los que es difícil determinar la presión arterial debido a la edad o el hábito corporal del niño es posible utilizar como parámetros alternativos la documentación de su estado mental, la calidad de los pulsos periféricos y el tiempo de relleno capilar.
4. La oxigenación y la presión arterial se deben determinar con la mayor frecuencia posible; si fuera posible, se deben monitorizar de manera continuada.

Fundamento. La influencia negativa de la hipotensión y la hipoxemia sobre la evolución de los niños con LCT grave es similar a la correspondiente a los pacientes adultos. Se ha publicado un número muy limitado de estudios pediátricos de Clase III y la mayor parte de los datos existentes procede de hospitales. No hay ningún tipo de evidencia de Clases I o II que permita apoyar la utilidad de la evaluación o la intervención prehospitalarias respecto a la evolución de los niños con LCT grave.

Pigula et al. evaluaron prospectivamente el efecto de la hipotensión (PAS < 90 mmHg) y de la hipoxia (PaO₂ < 60 mmHg) sobre la evolución de 170 pacientes con una puntuación GCS < 8¹⁹. En el grupo pediátrico, constituido por pacientes menores de 17 años de edad, estos investigadores observaron que la tasa de mortalidad global de los niños era mejor que la de los adultos (29% y 48%, respectivamente). Los niños con hipoxia e hipotensión presentaron una tasa de mortalidad mayor (67%) en comparación con los niños normotensos y sin hipoxia (16%).

En otro estudio retrospectivo se evaluó el efecto de la hipotensión sobre la evolución de 72 niños con una puntuación GCS de 6-8¹². La hipotensión fue definida como una PAS inferior al quinto percentil correspondiente a la edad y con una duración superior a 5 min. El 89% de los pacientes fue intubado en el escenario y el 11% restante lo fue en el servicio de urgencias. Hubo 62 episodios de hipotensión y nueve pacientes presentaron hipoxia. La mayor parte de los episodios de hipotensión tuvo lugar en el servicio de urgencias o en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Los pacientes con una evolución mala presentaron más episodios de hipotensión que los pacientes cuya evolución fue buena.

Discusión relacionada. En un estudio retrospectivo realizado sobre pacientes atendidos en la UCI se observó

una supervivencia 19 veces mayor en los niños de 0-17 años de edad con una puntuación GCS < 8 cuando la PAS máxima fue > 135 mmHg²⁴. Vavilala et al. examinaron la asociación entre la edad ajustada en función del percentil de la PAS por un lado y la evolución por otro, en pacientes que había sufrido una LCT grave. En función de los valores de la PAS ajustados respecto a la edad y publicados por la BTF en 2000, los investigadores observaron que la PAS inferior al percentil 75 respecto a la edad se asoció a una evolución mala²².

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Son necesarios los ensayos clínicos respecto a las cuestiones siguientes:

1. ¿Permiten los datos prospectivos establecer una correlación entre la magnitud y la duración de los episodios de hipotensión e hipoxia por un lado y la evolución por otro?
2. ¿Es la presión arterial media un indicador más preciso de la hipotensión que la presión sistólica?
3. ¿Qué precisión tienen los dispositivos con los que se determinan las presiones sistólica, diastólica y media durante el traslado del paciente?
4. Una evaluación similar a la señalada en el punto 2, respecto a la saturación de oxígeno en sangre arterial.
5. Estudios prospectivos correspondientes a los cuatro puntos previos y sobre la población pediátrica.

Las dos áreas principales en las que es necesaria la investigación son: 1) los valores críticos de la duración y la magnitud de los episodios de hipotensión e hipoxemia, y la forma con la que ambos parámetros influyen en la evolución neurológica, y 2) el protocolo óptimo de reanimación (tipo de fluidoterapia, vía de administración, etc.) en los pacientes con LCT grave. La primera cuestión no ha sido evaluada en ensayos clínicos realizados con control debido a motivos éticos y, por tanto, se debería abordar a través de un estudio prospectivo con recogida precisa de los datos prehospitalarios de la presión arterial y la oxigenación, y mediante una correlación posterior de los mismos con la evolución. La segunda cuestión se puede estudiar a través de estudios prospectivos y efectuados con asignación aleatoria, y en este momento se están realizando varios de ellos.

La población pediátrica con LCT presenta problemas similares a los de la población adulta. De manera específica, son necesarios los estudios de investigación sobre las áreas siguientes:

1. La correlación entre la PAS y la oximetría de pulso prehospitalarias por un lado y la evolución por otro.

2. El efecto de la intervención prehospitalaria sobre la evolución (reanimación mediante fluidoterapia y mantenimiento de la vía respiratoria/ventilación).
3. La fiabilidad de otros parámetros de la estabilidad hemodinámica, tal como la perfusión periférica, el tiempo de relleno capilar, el estado mental y la calidad de los pulsos periféricos, en forma de parámetros prehospitalarios sucedáneos de la determinación de la presión arterial en los niños pequeños.

Bibliografía

1. Barton CW, Hemphill JC, Morabito D, Manley G. A novel method of evaluating the impact of secondary brain insults on functional outcomes in traumatic brain-injured patients. *Acad Emerg Med.* 2005;12:1-6.
2. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma.* 1993;34:216-222.
3. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma.* 2004;57:1-10.
4. Dunford JV, Davis, DP, Ochs M, et al. Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med.* 2003;42:721-728.
5. Dunn LT. Secondary insults during the interhospital transfer of head-injured patients: An audit of transfers in the Mersey region. *Injury.* 1997;28:427-431.
6. Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, et al. The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury. A comparative analysis of pre-hospital, clinical and CT variables. *Br J Neurosurg.* 1993;7:267-279.
7. Garner A, Crooks J, Lee A, et al. Efficacy of prehospital critical care teams for severe blunt head injury in the Australian setting. *Injury, Int J Care Injured.* 2001;32:455-460.
8. Gentleman D. Causes and effects of systemic complications among severely head injured patients transferred to a neurosurgical unit. *Int Surg.* 1992;77:297-302.
9. Hill DA, Abraham KJ, West RH. Factors affecting outcome in the resuscitation of severely injured patients. *Aust NZ J Surg.* 1993;63:604-609.
10. Jeffreys RV, Jones JJ: Avoidable factors contributing to the death of head injury patients in general hospitals in Mersey Region. *Lancet.* 1981;2:459-461.
11. Kohi YM, Mendelow AD, Teasdale GM, et al. Extracranial insults and outcome in patients with acute head injury—relationship to the Glasgow Coma Scale. *Injury.* 1984;16:25-29.
12. Kokska ER, Smith GS, Pittman T, Weber TR. Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg.* 1998;33:333-338.
13. Marmarou A, Anderson RL, Ward JD, et al. Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma. *J Neurosurg.* 1991;75:S159-S166.
14. Miller JD, Becker DP. Secondary insults to the injured brain. *J Royal Coll Surg (Edinburgh).* 1982;27:292-298.
15. Miller JD, Sweet RC, Narayan R, et al. Early insults to the injured brain. *JAMA.* 1978;240:439-442.
16. Narayan R, Kishore P, Becker D, et al. Intracranial pressure: to monitor or not to monitor? A review of our experience with head injury. *J Neurosurg.* 1982;56:650-659.
17. Ochs M, Davis D, Hoyt D, et al. Paramedic-performed rapid sequence intubation of patients with severe head injuries. *Ann Emerg Med.* 2002;40:159-167.

18. Pietropaoli JA, Rogers FB, Shackford SR, et al. The deleterious effects of intraoperative hypotension on outcome in patients with severe head injuries. *J Trauma*. 1992;33:403-407.
19. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, et al. The effect of hypotension and hypoxemia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg*. 1993;28:310-314; discussion 315-316.
20. Rose J, Valtonen S, Jennett B. Avoidable factors contributing to death after head injury. *Br Med J*. 1977;2:615-618.
21. Stocchetti N, Furlan A, Volta F. Hypoxemia and arterial hypotension at the accident scene in head injury. *J Trauma*. 1996;40:764-767.
22. Vavilala MS, Bowen A, Lam AM, et al. Blood pressure and outcome after severe pediatric traumatic brain injury. *J Trauma*. 2003;55(6):1039-1044.
23. Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Prehospital resuscitation of hypotensive trauma patients with 7.5% NaCl versus 7.5% NaCl with added dextran: A controlled trial. *J Trauma*. 1993;34:622-632.
24. White JRM, Farukhi Z, Bull C, et al. Predictors of outcome in severely injured children. *Cri Care Med*. 2001;29(3):534-540.
25. Winchell RJ, Simons RK, Hoyt DB. Transient systolic hypotension. *Arch Surg*. 1996;131:533-539.

II. EVALUACIÓN: PUNTUACIÓN EN LA ESCALA DEL COMA DE GLASGOW

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, obtenida principalmente en estudios de clase III y a través de evidencia indirecta.

Pacientes adultos

- La aplicación prehospitalaria de la Escala del coma de Glasgow (GCS, *Glasgow Coma Scale*) representa un indicador significativo y fiable de la gravedad de la lesión cerebral traumática (LCT) y se debería llevar a cabo de manera repetida para identificar la mejoría o el empeoramiento del problema a lo largo del tiempo.
- La puntuación GCS se debe determinar a través de la interacción con el paciente (es decir, mediante indicaciones verbales o, en los pacientes incapaces de comprender las órdenes, mediante la aplicación de un estímulo doloroso como la presión sobre el lecho ungueal o el pellizco en el pliegue axilar).
- La puntuación GCS se debe determinar tras la evaluación de la vía respiratoria, la respiración y la circulación; después de la comprobación de la permeabilidad de la vía respiratoria, y tras la realización de la reanimación ventilatoria o circulación necesaria.
- La puntuación GCS se debe cuantificar preferiblemente antes de la administración de sedantes o anestésicos, o bien después de que estos medicamentos han sido metabolizados.
- La puntuación GCS debe ser determinada por profesionales de la asistencia prehospitalaria adecuadamente formados para aplicar la GCS.

Pacientes pediátricos

- La GCS y la GCS pediátrica (GCS-P) son indicadores fiables de la gravedad de la LCT en los niños y se deben aplicar de manera repetida para

identificar la mejoría o el empeoramiento del cuadro a lo largo del tiempo.

- En los niños mayores de 2 años de edad es necesario aplicar el protocolo estándar del adulto para la determinación de la puntuación GCS. En los niños que no han alcanzado todavía la etapa verbal, se debe aplicar la GCS-P con asignación de una puntuación verbal máxima de 5 a los lactantes que emiten sonidos de arrullo o de balbuceo.
- Los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben determinar la puntuación GCS o la puntuación GCS tras la evaluación y la estabilización de la vía respiratoria, la respiración y la circulación.
- Las puntuaciones GCS y GCS-P se deben determinar preferiblemente antes de la administración de sedantes o anestésicos, o bien tras el metabolismo de estos medicamentos.

TABLA 1. Comparación de las escalas GCS-P y GCS

Escala GCS		Escala GCS-P	
Apertura de los párpados		Apertura de los párpados	
– Espontánea	4	– Espontánea	4
– Respuesta a órdenes verbales	3	– Respuesta a órdenes verbales	3
– Respuesta al dolor	2	– Respuesta al dolor	2
– Inexistente	1	– Inexistente	1
Respuesta verbal		Respuesta verbal	
– Orientada	5	– Arrullos, balbuceos	5
– Con confusión	4	– Llanto por irritación	4
– Inadecuada	3	– Llanto por dolor	3
– Incomprensible	2	– Gemidos de dolor	2
– Inexistente	1	– Inexistente	1
Respuesta motora		Respuesta motora	
– Obedece órdenes	6	– Movimiento espontáneo normal	6
– Localiza el dolor	5	– Retirada frente al contacto	5
– Reflejo flexor de retirada	4	– Retirada frente al dolor	4
– Postura fija en flexión	3	– Flexión anómala	3
– Postura fija en extensión	2	– Extensión anómala	2
– Inexistente	1	– Inexistente	1

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Puntuación GCS en el escenario	Mortalidad	
				Traslado terrestre	Traslado aéreo
Baxt, 1987 ²	Una revisión de 128 pacientes tratados y trasladados mediante una ambulancia de tierra, y de 104 pacientes tratados y trasladados mediante una ambulancia aérea de hélice.	III			
			3	75%	68%
			4	60%	23%
			5	35%	36%
			6	8%	13%
			7	9%	14%
			8	45%	18%

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión				
Servadei, 1998 ¹⁶	Un estudio prospectivo efectuado sobre 65 pacientes con hematoma subdural postraumático agudo, con comparación de la necesidad de evacuación quirúrgica en función de la modificación de la puntuación GCS entre el escenario y el SU, y también en función de los hallazgos en la TC, incluyendo el tamaño del hematoma y la intensidad de la herniación cerebral a través de la línea media.	III	Puntuación GCS				
			Evacuación	Escenario	SU	Mortalidad	
			Sí	8,4	6,7	56%	
			No	7,2	7,2	20%	
Winkler, 1984 ²⁰	Un estudio prospectivo con comparación de la puntuación GCS en el escenario y en el SU, en 33 pacientes con una puntuación GCS en el escenario < 8 y con LCT, agrupados en función de la evolución (I = ausencia de déficit; II = déficit menor; III = déficit mayor; IV = fallecimiento).	III	Puntuación GCS media en el escenario		Puntuación GCS en el SU		Evolución
			4,14		9,43		I
			4,67		7,33		II
			4,45		6,27		III
			4,33		5,17		IV
Estudios nuevos							
Bazarian, 2003 ³	Un estudio prospectivo de observación con comparación de las puntuaciones GCS en el escenario y en el SU, sobre una muestra de conveniencia constituida por 60 pacientes con LCT.	III	Demostración de una relación lineal significativa entre las puntuaciones GCS en el escenario y el SU (los profesionales de la asistencia prehospitalaria obtuvieron generalmente alrededor de 2 puntos menos que los médicos de urgencia).				
Horowitz, 2001 ⁸	Una revisión retrospectiva de las historias clínicas correspondientes a 655 pacientes con pérdida transitoria del conocimiento y con una puntuación GCS en el escenario de 14 o 15, para determinar si estos pacientes requerían el traslado directo a un centro traumatológico.	III	En conjunto, el 2,9% de los pacientes cumplió los criterios predefinidos para su traslado a un centro traumatológico. En los casos en los que la necesidad de una intervención neuroquirúrgica urgente fue el único criterio, el 0,2% de los pacientes requirió el traslado a un centro traumatológico.				
Lane, 2003 ¹⁰	Un estudio prospectivo efectuado sobre profesionales de la asistencia prehospitalaria (TEM, enfermeros) para determinar el efecto de la visualización de un vídeo educativo relativo a la determinación de la puntuación GCS, con presentación de cuatro escenarios preparados.	II	La formación en la determinación de la puntuación GCS a través de un vídeo dio lugar a una mejora significativa en los resultados de la puntuación.				
Winchell, 1997 ¹⁹	Una revisión retrospectiva de un registro de pacientes con LCT y puntuación GCS < 9 para determinar el efecto de la intubación endotraqueal sobre la evolución de los pacientes, con disponibilidad de datos relativos a la mortalidad en función de la puntuación GCS en el escenario.	III	Los pacientes con una puntuación GCS en el escenario de 3 presentaron una mortalidad global del 54,5% y una tasa de alta hacia su hogar del 35%. Los pacientes con una puntuación GCS de 4-8 en el escenario presentaron una mortalidad global del 13,1% y una tasa de alta hacia su hogar del 42%.				

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión				
Massagli, 1996 ¹²	Una revisión retrospectiva de 33 niños hospitalizados en un centro traumatológico de nivel I tras sufrir una LCT grave, con comparación de la evolución temprana y tardía respecto a diversos índices de lesión.	III	Puntuación GCS en el escenario		Evolución adecuada		
					Temprana	Tardía	
			3-5	6%	12%		
			6-15	67%	33%		
Estudios nuevos							
Holmes, 2005 ⁷	Participaron prospectivamente 2.043 pacientes de 0 a 18 años de edad, 327 de los cuales tenían menos de 2 años de edad. En el grupo de menor edad se obtuvieron las puntuaciones de la GCS pediátrica, mientras que en los niños mayores de 2 años de edad se obtuvieron las puntuaciones GCS. Los parámetros de evolución fueron la LCT demostrada en la TC y la LCT con necesidad de una intervención aguda.	II	Puntuación GCS pediátrica		Puntuación GCS estándar		
			Edad < 2 años		2 años o más		
			Área bajo la curva e intervalo de confianza del 90%				
			Apertura de los párpados		0,77 (0,71, 0,82)		
			0,66 (0,53, 0,79)				
			Respuesta verbal		0,77 (0,71, 0,82)		
			0,70 (0,55, 0,85)				
Respuesta motora		0,71 (0,65, 0,77)					
0,60 (0,48, 0,72)							
Puntuación GCS total		0,82 (0,76, 0,87)					
0,72 (0,65, 0,87)							

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Puntuación		Conclusión
Johnson, 1997 ⁹	Una revisión retrospectiva de 1.320 pacientes pediátricos hospitalizados en un centro traumatológico de nivel I, 127 de los cuales presentaban un traumatismo de grado intermedio y 94 un traumatismo grave. En el conjunto de los pacientes con LCT grave, 56 fueron trasladados por el SEM y 42 a través de un sistema de traslado entre hospitales.	III	GCS	SEM	Traslado entre hospitales
			3-8	26,8%	1,7%
			9-12	50,0%	2,3%
			13-15	0%	0%
White, 2001 ¹⁸	Una revisión retrospectiva de 136 pacientes atendidos en una UCI pediátrica. Como factores predictivos de la evolución se evaluaron las puntuaciones GCS en el momento de la hospitalización y a las 6 horas.	III	Puntuación GCS	Mortalidad	
			3		75%
			4		18%
			5		0%
			6		6%

III. PANORÁMICA GENERAL

Teasdale y Jennett¹⁷ desarrollaron la GCS en 1974 en forma de un instrumento objetivo que permitiera determinar el nivel del conocimiento tras una LCT. Desde entonces, se ha convertido en el instrumento clínico más utilizado para determinar la gravedad de la LCT. La GCS permite una determinación repetitiva, estandarizada y moderadamente fiable para notificar y documentar las evaluaciones neurológicas progresivas, incluso cuando la aplican profesionales asistenciales diferentes. La GCS evalúa tres respuestas independientes: la apertura de los párpados, la respuesta motora y la respuesta verbal.

Los creadores de esta escala señalaron que en los pacientes incapaces de comprender las órdenes la respuesta motora debe ser determinada en función de la mejor respuesta observada frente a un estímulo estandarizado¹⁷. El estímulo puede ser la aplicación de una presión roma sobre el lecho ungueal utilizando para ello un lápiz, o bien el pellizco del pliegue axilar anterior del paciente.

Sin embargo, la puntuación GCS puede estar influida por factores previos y posteriores al traumatismo que pueden alterar la respuesta neurológica y que pueden ser reconocidos y tratados de manera inmediata por los profesionales asistenciales en el escenario. Los procesos reversibles como la hipoglucemia o la sobredosis de opiáceos deben ser diagnosticados y tratados mediante la administración intravenosa de glucosa o naloxona. La hipoxia, la hipotensión o ambas son complicaciones frecuentes en los pacientes traumatológicos y se ha demostrado que influyen negativamente en la puntuación GCS. Por tanto, antes de la determinación de las puntuaciones GCS o GCS-P es necesaria la evaluación y estabilización de la vía respiratoria, la respiración y la circulación.

Otra dificultad que conlleva la puntuación GCS se refiere a los niños en etapa preverbal. El American College of Emergency Physicians y la American Academy of Pediatrics señalaron en su publicación de 1998,

APLS - The Pediatric Emergency Medicine Course, que en el caso de los niños menores de 2 años de edad se debe aplicar una puntuación GCS modificada que asigna una puntuación verbal completa (5) al llanto tras la estimulación.

En varios estudios se ha confirmado una fiabilidad interobservador e intraobservador de grado moderado en las puntuaciones GCS, incluyendo las que determinan los profesionales de los SEM que actúan el contexto prehospitalario^{4,6,13}.

IV. PROCESO

Para esta actualización se realizó una búsqueda en Medline entre 1996 y julio de 2006, utilizando la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B); los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada en las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios sobre pacientes adultos, de 105 posibles publicaciones relevantes se añadieron cuatro a la tabla existente y se utilizaron como evidencia respecto a esta cuestión. En lo relativo a los estudios sobre pacientes pediátricos, de 42 posibles publicaciones relevantes, se añadieron tres nuevos estudios como evidencia respecto a esta cuestión (v. Tablas de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos

- La determinación prehospitalaria de la puntuación en la Escala del coma de Glasgow (GCS, *Glasgow Coma Scale*) es un indicador significativo y fiable de la gravedad de la lesión cerebral traumática (LCT) y se debe llevar a cabo de manera repetida para identificar la mejoría o el empeoramiento a lo largo del tiempo.
- La puntuación GCS se debe obtener a través de la interacción con el paciente, es decir, mediante in-

dicciones verbales o bien –en los pacientes incapaces de comprender órdenes– mediante la aplicación de un estímulo doloroso como la presión sobre un lecho ungueal o el pellizco axilar.

- C. La puntuación GCS se debe determinar después de la evaluación de la vía respiratoria, la respiración y la circulación, tras el establecimiento de una vía respiratoria permeable, y después de la realización de la reanimación ventilatoria o circulatoria necesaria.
- D. La puntuación GCS se debe determinar preferiblemente antes de la administración de medicamentos sedantes o anestésicos, o bien después del metabolismo de los mismos.
- E. La puntuación GCS debe ser determinada por profesionales de la asistencia prehospitalaria formados apropiadamente en la aplicación de la GCS.

Fundamento. Baxt² comparó la asistencia prehospitalaria avanzada proporcionada por los profesionales de aeromedicina en el escenario y la proporcionada por profesionales del traslado terrestre con aplicación de intervenciones médicas menos sofisticadas. Este investigador determinó las tasas de mortalidad en función de las puntuaciones GCS obtenidas en el escenario por el equipo de aeromedicina. Respecto a la mortalidad, el valor predictivo de la puntuación GCS de 3 a 5 fue del 50% y el 61% en lo relativo a los pacientes trasladados mediante helicóptero y mediante ambulancia de tierra, respectivamente. El valor predictivo de la puntuación GCS de 6 a 8 fue del 14,5% y el 15,3%, respectivamente. Por otra parte, el valor predictivo respecto a una evolución mala (fallecimiento, estado vegetativo o discapacidad grave) de la puntuación GCS de 3 a 5 fue del 81,6 y del 84% en lo relativo a los pacientes trasladados por la tripulación del helicóptero y por la ambulancia de tierra, respectivamente, mientras que el valor predictivo de la puntuación GCS de 6 a 8 fue del 34,5 y del 40,7%, respectivamente. Este estudio estuvo limitado por el hecho de que la puntuación GCS determinada en los pacientes trasladados mediante ambulancia de tierra no fue calculada en el escenario por profesionales de la emergencia prehospitalaria, sino a la llegada de los pacientes al servicio de urgencias (SU).

En un estudio retrospectivo diseñado para la evaluación del efecto de la intubación endotraqueal sobre la evolución de los pacientes con LCT se obtuvieron datos globales de la mortalidad estratificados en función de la puntuación GCS inicial determinada en el escenario del incidente¹⁹. En el conjunto de los 351 pacientes con LCT aislada, los pacientes con una puntuación GCS de 3 presentaron una tasa de mortalidad del 54,5%, en comparación con una tasa de mortalidad del 13,1% en los pacientes con una puntuación GCS de 4-8. Además, en el conjunto de los pacientes con una puntuación GCS de 3, el 35% pudo recibir el alta hacia su domicilio,

mientras que en el conjunto de los pacientes con una puntuación GCS de 4-8 este porcentaje fue del 42%.

Horowitz et al.⁸ realizaron una revisión retrospectiva de historias clínicas para evaluar si los pacientes con una puntuación GCS de 14 o 15 determinada en el escenario y con un antecedente de pérdida del conocimiento tras un traumatismo requerían el traslado a un centro traumatológico, en función del cumplimiento de cualquiera de los criterios siguientes: hospitalización en una UCI quirúrgica o neuroquirúrgica, positividad en la TC, hospitalización superior a 3 días o necesidad de cirugía de urgencia no traumatológica durante las 6 primeras horas desde la llegada al hospital. De los 655 pacientes que participaron en el estudio, 19 (2,9%) cumplieron los criterios y un paciente (0,2%) requirió una intervención neuroquirúrgica de urgencia. Los autores propusieron que los pacientes con una pérdida breve del conocimiento y una puntuación GCS en el escenario de 14 o 15 no necesitan el traslado directo a un centro traumatológico sino que pueden ser atendidos en un hospital local en el que sea posible realizar un estudio con TC, para ser trasladados más adelante a un centro traumatológico si es necesario.

Winkler²⁰ evaluó a 33 pacientes consecutivos con LCT, en los que comparó las puntuaciones GCS determinadas en el escenario y las determinadas tras la llegada al SU. Los pacientes fueron agrupados según su evolución final (ausencia de déficit, déficits menores, déficits mayores o fallecimiento). Los pacientes de los cuatro grupos presentaron puntuaciones GCS similares en el escenario. Sin embargo, los que en última instancia recibieron el alta sin déficit o con déficit menores presentaron mejorías significativas (> 2 puntos) en la puntuación GCS en el momento de su evaluación en el SU. Por el contrario, los pacientes con déficit significativos o que finalmente fallecieron presentaron una mejoría escasa o nula en la puntuación GCS cuando fue determinada en el SU.

Servadei¹⁶ utilizó la modificación entre las puntuaciones GCS determinadas en el contexto prehospitalario y las determinadas en el SU como un criterio para establecer la necesidad de la evacuación quirúrgica de los hematomas subdurales postraumáticos. Por ejemplo, los pacientes cuyas puntuaciones GCS no se modificaron o incluso mejoraron fueron a menudo candidatos al tratamiento no quirúrgico. Por otra parte, si la puntuación GCS se deterioró entre el escenario y el SU, hubo una probabilidad significativa de que fuera necesario el tratamiento quirúrgico. Otros criterios implicados en la decisión de intervenir quirúrgicamente fueron el tamaño del hematoma y la intensidad del desplazamiento de las estructuras cerebrales a través de la línea media. Los pacientes tratados quirúrgicamente en este estudio presentaron una disminución promedio de 2 puntos en la puntuación GCS, mientras que los que fueron tratados con una actitud de observación no mostraron modificaciones significativas en la puntuación GCS.

Muchos sistemas de emergencias médicas no determinan la puntuación GCS en los pacientes con LCT¹⁵. Este hecho puede explicar la gran escasez de estudio relativos al uso de la GCS en el contexto prehospitalario y respecto a su correlación con la evolución de los pacientes. A pesar de la escasez de datos prehospitalarios, se ha demostrado que la puntuación GCS determinada en el hospital muestra una correlación significativa con la evolución de los pacientes que han sufrido una LCT grave, tanto en forma de puntuación global como en forma únicamente del componente motor. En un estudio prospectivo realizado por Narayan¹⁴, se demostró un valor predictivo positivo del 77% respecto a la mala evolución (fallecimiento, estado vegetativo o discapacidad grave) en los pacientes con una puntuación GCS de 3 y del 26% en los pacientes con una puntuación GCS de 6 a 8. En un estudio realizado en Australia⁵ se detectó una correlación inversa significativa entre la puntuación GCS inicial determinada en el hospital (a las 6-48 horas del traumatismo) y la mortalidad.

En otra serie de pacientes con LCT recogidos en el banco de datos estadounidense Traumatic Coma Data Bank, las tasas de mortalidad en los pacientes con puntuaciones GCS iniciales de 3, 4 o 5 fueron del 74,4, del 55,9 y del 40,2%, respectivamente¹¹. Sin embargo, vale la pena destacar el hecho de que presentó una evolución buena el 4,1, el 6,3 y el 12,2% de los pacientes de cada uno de los tres grupos, respectivamente.

La capacidad de los profesionales de los SEM para determinar fiablemente la puntuación GCS fue evaluada por Menegazzi¹³, que utilizó en un contexto educativo escenarios grabados en cinta de vídeo y correspondientes a pacientes con una alteración grave, intermedia y leve o inexistente del nivel de conocimiento; en este estudio se compararon las fiabilidades interobservador e intraobservador de las puntuaciones GCS determinadas por los profesionales de la emergencia prehospitalaria y por los médicos de urgencias. Este investigador demostró una concordancia de grado moderado entre los médicos y los profesionales de la emergencia prehospitalaria respecto a la determinación de la puntuación GCS.

De manera similar, Lane et al.¹⁰ realizaron un estudio prospectivo sobre 75 profesionales de los SEM de todos los niveles (EMT-B, EMT-I, EMT-P, enfermero) a los que se pidió que calcularan la puntuación GCS en cuatro escenarios simulados de pacientes con LCT. Antes de la visualización del vídeo, el 14,7% de los participantes aplicó una puntuación correcta a los cuatro casos. En comparación, tras la revisión del vídeo formativo, el porcentaje de participantes que determinó correctamente la puntuación GCS en los cuatro casos fue del 64%.

En un estudio efectuado con seguimiento, 46 profesionales EMT-B fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos. Los participantes del grupo 1 recibieron una tarjeta de referencia para ayudarles a establecer la

puntuación GCS estándar, mientras que los del grupo 2 no la recibieron. Los participantes de ambos grupos visualizaron un vídeo formativo estandarizado. De los TEM que utilizaron la tarjeta de referencia, el 50% determinó correctamente la puntuación GCS en los cuatro casos antes de visualizar el vídeo formativo, y el 100% determinó correctamente dicha puntuación tras la visualización del vídeo. En el grupo que no utilizó la tarjeta de referencia, el 8% de los profesionales determinó correctamente las puntuaciones GCS antes de la visualización del vídeo formativo, mientras que después de ello este porcentaje ascendió hasta el 77%. Aunque en este estudio no se evaluó la retención a largo plazo de capacidad para establecer la puntuación GCS, la educación formal mejoró la precisión global de la puntuación determinada por los profesionales SEM de todos los niveles.

Bazarian et al.³ efectuaron un estudio prospectivo y de observación sobre 60 pacientes con LCT y con una puntuación GCS de 8-13 determinada en el escenario, y compararon estas puntuaciones con las determinadas por los médicos de urgencias tras la llegada de los pacientes al hospital. Los autores señalaron que hay una relación lineal significativa entre la puntuación GCS determinada en el escenario y la puntuación GCS establecida por los médicos de urgencias. Sin embargo, las puntuaciones GCS determinadas en el escenario fueron generalmente alrededor de 2 puntos inferiores a las establecidas por los médicos de urgencias. La relación lineal sugiere que, asumiendo que la mayor parte de las puntuaciones GCS mejora en el lapso de tiempo que va desde el escenario hasta el SU, hay una concordancia entre los profesionales del SEM y los médicos respecto a la valoración de los pacientes con LCT a través de la aplicación de la GCS.

Pacientes pediátricos

- A. La GCS y la GCS pediátrica (GCS-P, tabla 1) son indicadores fiables de la gravedad de la LCT en los niños y se deben aplicar de manera repetida para identificar la mejoría o el empeoramiento del cuadro a lo largo del tiempo.
- B. En los niños mayores de 2 años de edad es necesario aplicar el protocolo estándar del adulto para la determinación de la puntuación GCS. En los niños que no han alcanzado todavía la etapa verbal, se debe aplicar la GCS-P con asignación de una puntuación verbal máxima de 5 a los lactantes que emiten sonidos de arrullo o de balbuceo.
- C. Los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben determinar la puntuación GCS o la puntuación GCS tras la evaluación y la estabilización de la vía respiratoria, la respiración y la circulación.
- D. Las puntuaciones GCS y GCS-P se deben determinar preferiblemente antes de la administración

de sedantes o anestésicos, o bien tras el metabolismo de estos medicamentos.

Fundamento. La puntuación GCS de 12 a 15 refleja la presencia de una función cerebral superior altamente integradora. En los niños pequeños es difícil valorar las funciones cerebrales superiores debido a la inmadurez del sistema nervioso central. La maduración del sistema nervioso central es un proceso continuado que va desde la etapa intrauterina hasta la adolescencia. Por tanto, en los niños pequeños la puntuación GCS debe reflejar las respuestas verbales y motoras normales en función de su etapa de desarrollo. La puntuación GCS estándar no es aplicable a los lactantes y los niños en etapa preverbal. Tal como se ha señalado previamente, el American College of Emergency Physicians y la American Academy of Pediatrics aceptaron en su publicación de 1998 (*APLS - The Pediatric Emergency Medicine Course*) la aplicación a los niños en etapa preverbal de un sistema GCS modificado que asigna una puntuación verbal máxima (5) a la producción espontánea de ruidos de arrullo por parte del niño.

La relación entre la puntuación GCS y la evolución también ha sido demostrada en los niños, a través de estudios efectuados en el contexto hospitalario. En un estudio realizado sobre 109 niños que habían sufrido una LCT, Massagli utilizó únicamente el componente motor de la GCS y clasificó la evolución en dos grandes grupos, el grupo de evolución buena (nivel intermedio, sin discapacidad) y el de evolución mala (fallecimiento, estado vegetativo o discapacidad grave); los resultados indicaron que la consideración exclusiva del componente motor de la GCS fue indicativa de la evolución¹².

White evaluó la supervivencia en 137 niños con LCT grave. La puntuación GCS elevada a las 6 horas después de la hospitalización en una UCI pediátrica fue un buen factor predictivo de la supervivencia (cociente de posibilidades [OR], 4,6; IC del 95%, 2,06, 11,9). Sobrevivieron todos los pacientes con una puntuación GCS > 8 a las 6 horas¹⁸.

Johnson comparó las tasas de mortalidad en 98 niños con una LCT grave; 56 niños fueron trasladados directamente desde el escenario y 42 lo fueron entre hospitales⁹. Las tasas de mortalidad fueron significativamente mayores (50%) en los niños con una puntuación GCS entre 3 y 8 cuando fueron trasladados entre hospitales, en comparación con la tasa de mortalidad del 27% en el caso de los niños trasladados desde el escenario.

El principio básico para determinar la puntuación GCS pediátrica sigue los mismos fundamentos que el correspondiente a los pacientes adultos. Holmes et al. evaluaron a 2.043 niños con LCT, el 16% de los cuales tenía menos de 3 años de edad⁷. La puntuación GCS pediátrica predijo con precisión que el 97% de estos lactantes requería una intervención de carácter agudo. La intervención aguda fue definida como una de las

formas siguientes de evolución a corto plazo: necesidad de un procedimiento neuroquirúrgico, necesidad de un medicamento antiepiléptico durante más de 1 semana, necesidad de hospitalización durante más de 2 días o padecimiento de un déficit neurológico persistente hasta el alta hospitalaria.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Para evaluar el papel que desempeña la puntuación GCS en el contexto prehospitalario es necesaria la investigación de las cuestiones siguientes:

1. ¿Cuál es la capacidad de predicción de la evolución que tiene la puntuación GCS inicial determinada en el escenario, en comparación con la puntuación posreanimación o en comparación con cualquier forma de incremento o disminución de la puntuación durante la fase prehospitalaria?
2. ¿Cómo influye la presencia de elementos depresores del sistema nervioso central en la determinación de la puntuación GCS y en su valor predictivo?
3. ¿Es la puntuación motora por sí misma, obtenida en el contexto prehospitalario, un indicador y un factor predictivo fiables de la evolución?
4. ¿Qué mecanismos, tal como los programas formativos o de entrenamiento, mejoran la fiabilidad de la puntuación GCS?
5. ¿Cuál es la escala del coma apropiada que debe ser utilizada por los profesionales de la asistencia prehospitalaria en los niños que están todavía en una etapa preverbal?
6. ¿Cuáles son la fiabilidad y la validez de las puntuaciones GCS y GCS pediátrica determinadas por los profesionales de la asistencia prehospitalaria?
7. ¿Cuál es la correlación entre las puntuaciones GCS y GCS pediátrica determinadas inicialmente en el escenario y las mismas puntuaciones determinadas más adelante en el servicio de urgencias?
8. ¿Cuál es el efecto de las intervenciones prehospitalarias sobre las puntuaciones GCS y GCS pediátrica, y sobre la evolución?
9. ¿Qué estrategia se puede aplicar para mejorar la documentación prehospitalaria de la puntuación GCS?

Bibliografía

1. APLS—The Pediatric Emergency Medicine Course. American College of Emergency Physicians and American Academy of Pediatrics, 1998.
2. Baxt WG, Moody P. The impact of advanced prehospital emergency care on the mortality of severely brain-injured patients. *J Trauma*. 1987;27:365–369.
3. Bazarian JJ, Eirich MA, Salhanick SD. The relationship between pre-hospital and emergency department Glasgow coma scale scores. *Brain Injury*. 2003;17:553–560.

4. Braakman R, Avezaat CJ, Maas AI, et al. Interobserver agreement in the assessment of the motor response of the Glasgow "coma" scale. *Clin Neurol Neurosurg.* 1977;80:100-106.
5. Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, et al. The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury. A comparative analysis of pre-hospital, clinical and CT variables. *Br J Neurosurg.* 1993;7:267-279.
6. Fielding K, Rowley G. Reliability of assessments by skilled observers using the Glasgow Coma Scale. *Aust J Adv Nurs.* 1990;7:13-21.
7. Holmes JF, Palchak MJ, MacFarlane T, et al. Performance of the pediatric Glasgow Coma Scale in children with blunt head trauma *Academic Emerg Med.* 2005;12:814-819.
8. Horowitz BZ, Earle OJ. Should transient loss of consciousness in blunt head trauma be a pre-hospital trauma triage criterion? *J Emerg Med.* 2001;21:381-386.
9. Johnson D, Krishnamurthy S. Send severely head injured children to a pediatric trauma center. *Pediatric Neurosurgery.* 1997;25:309-314.
10. Lane PL, Baez AA, Brabson T, et al. Effectiveness of a Glasgow coma scale instructional video for EMS providers. *Prehosp Disast Med.* 2003;17:142-146.
11. Marshall LF, Gautille T, Klauber MR, et al. The outcome of severe closed head injury. *J Neurosurg.* 1991;75:S28-S36.
12. Massagli TL, Michaud LJ, Rivara FP. Association between injury indices and outcome after severe traumatic brain injury in children. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:1125-1132.
13. Menegazzi JJ, Davis EA, Sucov AN, et al. Reliability of the Glasgow Coma Scale when used by emergency physicians and paramedics. *J Trauma.* 1993;34:46-48.
14. Narayan RK, Greenberg RP, Miller JD, et al. Improved confidence of outcome prediction in severe head injury. *J Neurosurg.* 1981;54:751-762.
15. Ross SE, Leipold C, Terregino C, et al. Efficacy of the motor component of the Glasgow Coma Scale in trauma triage. *J Trauma.* 1998;45:42-44.
16. Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM, et al. Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score for determining the need for evacuation of posttraumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients. *J Trauma.* 1998;44:868-873.
17. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet.* 1974;2:81-84.
18. White JRM, Farukhi Z, Bull C, et al. Predictors of outcome in severely head injured children. *Crit Care Med.* 2001;29:534-540.
19. Winchell RJ, Hoyt DB, et al. Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury. *Arch Surg.* 1997;132:592-597.
20. Winkler JV, Rosen P, Alfrey EJ. Prehospital use of the Glasgow Coma Scale in severe head injury. *J Emerg Med.* 1984;2:1-6.

III. EVALUACIÓN: EXPLORACIÓN DE LAS PUPILAS

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, obtenida en estudios de Clase III y a través de evidencia indirecta.

Pacientes adultos y pediátricos

A. Las pupilas deben ser evaluadas en el escenario con el objetivo de utilizar el resultado de dicha evaluación en el diagnóstico, el tratamiento y el pronóstico.

B. Al evaluar las pupilas:

- Hay que descartar la existencia de un traumatismo orbitario.

- Las pupilas deben ser evaluadas después de que se hayan efectuado las maniobras de reanimación y estabilización necesarias.
- Es necesario determinar por separado los hallazgos en las pupilas izquierda y derecha.
 - Pupilas dilatadas de manera uni o bilateral.
 - Pupilas fijas y dilatadas de manera uni o bilateral.

La asimetría se define como una diferencia > 1 mm en el diámetro de ambas pupilas. La pupila fija se define como una respuesta < 1 mm frente a la luz.

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Chesnut, 1994 ³	Una revisión retrospectiva efectuada entre 1983 y 1988 sobre 608 pacientes con una puntuación GCS < 8, con el objetivo de evaluar la asimetría pupilar como factor predictivo de localización de la lesión intracraneal.	III	Anisocoria > 1 mm: sensibilidad del 40%, especificidad del 67%. Anisocoria de cualquier intensidad: sensibilidad del 25%, especificidad del 92%. El tamaño de la pupila no predijo la existencia de una masa ni su localización. La asimetría pupilar tuvo un carácter menos predictivo en los niños que en los adultos.
Jiang, 2002 ⁶	Una revisión retrospectiva de 846 pacientes para determinar los factores que influyen en el pronóstico, incluyendo la puntuación GCS, la edad, la respuesta pupilar, la hipoxia, la hipertermia y la elevación de la PIC.	III	Alteraciones pupilares bilaterales: mortalidad del 60%. Normalidad bilateral de la pupila: mortalidad del 17%.
Mamelak, 1996 ⁷	Una revisión retrospectiva de 672 pacientes con una puntuación GCS < 8 en el momento de la hospitalización y que permanecieron en coma > 6 horas. Se efectuó una regresión logística de los factores que influyeron en la evolución en el momento de su hospitalización y a las 24 horas (edad, evaluación pupilar, evaluación motora).	III	La edad fue el factor predictivo independiente más importantes de la evolución. La capacidad predictiva de la evaluación motora fue mayor que la correspondiente a la evaluación pupilar.
Schreiber, 2002 ¹⁵	Una revisión retrospectiva de un banco de datos creado de manera prospectiva y correspondiente a un centro traumatológico de nivel I, correspondiente al periodo 1994-2000 y realizada sobre 418 pacientes consecutivos de 13 a 88 años de edad, con aplicación de una regresión logística univariada para definir los factores que determinaron la mortalidad, incluyendo la PA, la herniación cerebral a través de la línea media, la elevación de la PIC, la falta de reactividad de una de las pupilas y la puntuación GCS.	III	Factores de riesgo independientes de la mortalidad: hipotensión e hipertensión intracraneal. La puntuación GCS y la edad, en conjunto, fueron factores predictivos significativos de la mortalidad. Los datos no fueron segmentados en función de la edad.
Signorini, 1999 ¹⁶	Una revisión retrospectiva de 372 pacientes consecutivos (edad > 14 años; edad media, 42 años) con LCT moderada o intensa, entre 1998 y 1991. Se efectuó un análisis de regresión logística múltiple con determinación del efecto de cinco factores (edad, puntuación GCS, puntuación de gravedad de la lesión [ISS, Injury Severity Score], evaluación pupilar y TC) sobre la evolución al cabo de 1 año.	III	Pupilas fijas bilaterales: supervivencia del 40%. Pupilas reactivas bilaterales: supervivencia del 90%. Los datos no fueron clasificados en función de la edad.

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción	Clase de los datos	Conclusión
Chan, 2005 ²	Un estudio prospectivo efectuado sobre 265 pacientes de 2 a 18 años de edad con una LCT de grado leve, hospitalizados entre 1998 y 2001 en dos centros traumatológicos para evaluar las diferencias en los dos grupos de población (urbana y rural) estudiados los factores que influyeron en la evolución de los pacientes, mediante la aplicación de una regresión logística múltiple.	III	Los factores predictivos clínicos de la lesión intracraneal fueron la cefalea (OR, 20,8; IC, 3,9-25,2), la desigualdad en el tamaño de las pupilas (OR, 8,4; IC, 4,3-17,9) y la puntuación GCS = 13 (OR, 3,8; IC, 1,9-6,8). El estudio clínico detallado no tuvo valor diagnóstico para detectar las lesiones observadas en la TC.
Halley, 2004 ⁵	Un estudio prospectivo y descriptivo efectuado a lo largo de 1 año sobre 98 pacientes de 2 a 16 años de edad y con LCT aislada que perdieron el conocimiento o presentaron amnesia y que fueron estudiados mediante TC; el objetivo fue la determinación del valor diagnóstico de la TC.	III	El 13% presentó alteraciones en la TC. El 33% de los pacientes con alteraciones en la TC mostró una exploración neurológica normal.
Massagli, 1996 ⁸	Una revisión retrospectiva de 33 pacientes menores de 17 años de edad para determinar los factores predictivos de la evolución en el momento del alta hospitalaria y a los 5 y 7 años del alta.	III	La respuesta pupilar se asoció significativamente a las puntuaciones en la Escala de evolución de Glasgow (GOS, <i>Glasgow Outcome Scale</i>) a los 5-7 años ($p = 0,001$).
McCabe, 2001 ⁹	Una revisión retrospectiva de 30 pacientes consecutivos con el «síndrome del lactante zarandeado», con una edad de 1-39 meses, para determinar los indicadores pronósticos, incluyendo la respuesta pupilar, la herniación cerebral a través de la línea media y los requerimientos ventilatorios.	III	Ocho de los 30 pacientes (27%) presentaron pupila fija bilateral desde el primer momento y la mortalidad en este grupo fue del 100%.

III. PANORÁMICA GENERAL

La evaluación de las pupilas es un componente esencial de la exploración neurológica postraumática. Consiste en la determinación del tamaño, la simetría y la reacción frente a la luz de ambas pupilas. El reflejo luminoso depende de la normalidad funcional del cristalino, la retina, el nervio óptico, el tronco encefálico y el nervio motor ocular común (III par craneal). La respuesta pupilar directa permite evaluar la función del III par craneal; la respuesta cruzada permite evaluar la función del III par craneal contralateral. La ausencia o la asimetría de estos reflejos puede indicar un síndrome de herniación o un cuadro isquémico en el tronco encefálico.

La asimetría pupilar inferior a 1 mm es normal y carece de significación patológica¹⁰. En un estudio realizado sobre 310 voluntarios sanos en los que se realizaron 2.432 determinaciones bilaterales de las características pupilares mediante el uso de una tecnología avanzada, la asimetría del tamaño pupilar superior a 0,5 mm se observó en menos del 1% de los pacientes y fue infrecuente en los pacientes con LCT a menos que la PIC fuera superior a 20 mmHg¹⁷.

El incremento de la presión intracraneal con herniación uncal da lugar a la compresión del III par craneal, con una disminución del tono parasimpático en las fibras del músculo constrictor de la pupila, lo que da lugar a una dilatación de la pupila con disminución de su reactividad. La destrucción del nervio también es causa de pupila dilatada y fija. La pupila dilatada y fija bilate-

ral es congruente con una lesión directa del tronco encefálico y también con una elevación importante de la PIC. Las alteraciones metabólicas o cardiovasculares, incluyendo la hipoxemia, la hipotensión y la hipotermia, se asocian a pupilas dilatadas y a una reactividad anómala, lo que obliga a la aplicación de maniobras de reanimación y estabilización del paciente antes de evaluar su función pupilar^{11,13}.

El traumatismo directo sobre el III par craneal en ausencia de una lesión intracraneal significativa o de una herniación puede dar lugar a alteraciones pupilares que generalmente se asocian a déficit motores oculares. La constricción pupilar asimétrica puede cursar con una dilatación de la pupila contralateral. Un traumatismo puede dar lugar a una disección carotídea con alteración de la función de la cadena simpática, lo que es causa del síndrome de Horner⁴. Estos pacientes también presentan ptosis y miosis con un pupila contralateral «dilatada» y que muestra una constricción rápida y normal frente a la luz. Este tipo de evaluación puede ser difícil en el escenario del incidente.

La función pupilar puede ser un indicador de la existencia de lesión cerebral tras un traumatismo, pero carece de especificidad respecto a la gravedad de la lesión y a la localización anatómica de la misma. En cualquier caso, los estudios realizados al respecto apoyan la evaluación de las funciones pupilares en el contexto agudo de un traumatismo debido a que la información que ofrece representa una guía para la toma de decisiones clínicas inmediatas y también es un factor pronóstico a largo plazo^{2,6,9,16,17}.

IV. PROCESO

Para esta actualización, se realizó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, con utilización de la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B), y los resultados de la misma forma complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada a través de las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios correspondientes a los pacientes adultos, de 24 publicaciones potencialmente relevantes se utilizaron cinco como evidencia para este tema. En lo relativo a los estudios efectuados sobre pacientes pediátricos, de nueve publicaciones potencialmente relevantes se utilizaron cuatro como evidencia para este tema. (Nota: En la edición previa de estas directrices no se incluyeron tablas de evidencia respecto a este tema.)

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

- A. Las pupilas deben ser evaluadas en el escenario con el objetivo de utilizar el resultado de dicha evaluación en el diagnóstico, el tratamiento y el pronóstico.
- B. Al evaluar las pupilas:
 - Hay que descartar la existencia de un traumatismo orbitario.
 - Las pupilas deben ser evaluadas después de que se hayan efectuado las maniobras de reanimación y estabilización necesarias.
 - Es necesario determinar por separado los hallazgos en las pupilas izquierda y derecha.
 - Pupilas dilatadas de manera uni o bilateral.
 - Pupilas fijas y dilatadas de manera uni o bilateral.

La asimetría se define como una diferencia > 1 mm en el diámetro de ambas pupilas. La pupila fija se define como una respuesta < 1 mm frente a la luz.

Pacientes adultos

Fundamento. No se ha estudiado la relación entre los hallazgos pupilares efectuados en el escenario y la evolución de los pacientes. A pesar de que no existen datos prehospitalarios, los estudios realizados en el contexto hospitalario apoyan la existencia de una relación entre los hallazgos pupilares y la evolución^{1,12,14}. Hay una correlación estrecha entre las pupilas fijas y dilatadas por un lado y la mortalidad en última instancia por otro^{6,9,16}. Por otra parte, en estudios hospitalarios se ha señalado que los hallazgos pupilares poseen valor pronóstico, especialmente cuando se combinan con otros hallazgos de la exploración física^{1,12,14,15}.

Chesnut et al. analizaron retrospectivamente los datos correspondientes a 608 pacientes con LCT grave,

con el objetivo de evaluar la fiabilidad de la asimetría pupilar en la predicción de la presencia y la localización de lesiones ocupantes de espacio intracraneales³. La asimetría pupilar tuvo un valor predictivo positivo del 30% y casi el 80% de estos pacientes presentó una lesión contralateral a la pupila afectada. La anisocoria tuvo una sensibilidad del 40% y una especificidad del 67%; incluso en los casos en los que las pupilas presentaron una diferencia superior a 3 mm, el valor predictivo positivo fue del 43%. Por tanto, la determinación única de la asimetría pupilar carece de sensibilidad y especificidad para la identificación o localización de una lesión ocupante de espacio intracraneal.

Mamelak et al. estudiaron a 672 pacientes con LCT y una edad de 0 a 80 o más años. Estos investigadores observaron que la edad fue el factor predictivo más importante de la evolución, seguido de la exploración motora inicial y de la respuesta pupilar, lo que demuestra la existencia de una cierta correlación entre la respuesta pupilar y la evolución⁷.

Pacientes pediátricos

Fundamento. Se han publicado unos pocos estudios en los que se ha abordado específicamente la evaluación de las pupilas en los niños que han sufrido una LCT. En un estudio prospectivo realizado sobre 98 pacientes pediátricos se observó que en el 33% de los que presentaban alguna alteración en la TC la exploración neurológica era normal⁵. En un estudio prospectivo efectuado sobre 265 pacientes pediátricos se evaluaron los factores predictivos clínicos de la lesión intracraneal. La cefalea, la respuesta pupilar y la puntuación GCS inicial indicaron la existencia de una lesión intracraneal. Sin embargo, la exploración clínica detallada no tuvo valor diagnóstico para detectar las lesiones que se observaron en la TC craneal, lo que fue congruente con la baja sensibilidad de los hallazgos pupilares detectada en el primer estudio².

Massagli et al. estudiaron a 33 pacientes pediátricos con LCT y observaron que la gravedad de la puntuación GCS y la respuesta pupilar inicial estuvieron relacionadas significativamente con la evolución a largo plazo al cabo de 5-7 años, determinada mediante la Escala de evolución de Glasgow (GOS, *Glasgow Outcome Scale*)⁸. McCabe et al. evaluaron a 30 pacientes pediátricos en los que se había establecido el diagnóstico de «síndrome del lactante zarandeado» y observaron una mortalidad del 100% en los ocho pacientes con pupilas fijas bilaterales en el momento inicial⁹.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Los contextos prehospitalario y hospitalario son significativamente diferentes. La exploración pupilar es difícil en el contexto prehospitalario y su fiabilidad es

menor que cuando se lleva a cabo en el hospital. Dado que los profesionales de la asistencia prehospitalaria están implicados con una frecuencia cada vez mayor de los procesos de toma de decisiones relativos a las intervenciones terapéuticas y a los destinos de los traslados de los pacientes, es importante investigar nuevos métodos para incrementar la precisión de parámetros de evaluación como la exploración pupilar. Se considera necesario abordar los aspectos clave siguientes:

1. ¿Pueden evaluar con precisión los profesionales de la asistencia prehospitalaria el tamaño de las pupilas y la reactividad pupilar a la luz en el contexto prehospitalario?
2. ¿Hay métodos para incrementar la fiabilidad de la exploración pupilar en el escenario?
3. ¿Existe una fiabilidad interobservador aceptable en lo relativo a la exploración pupilar efectuada en el contexto prehospitalario?
4. ¿Son los hallazgos pupilares efectuados en el escenario predictivos de la evolución de los pacientes con LCT, tanto adultos como pediátricos?
5. ¿Mejora la capacidad pronóstica la práctica habitual de realizar evaluaciones pupilares seriadas? Es necesario determinar la frecuencia con la que se deben realizar estas evaluaciones.

Bibliografía

1. Braakman R, Gelpke G, Habbema J, et al. Systemic selection of prognostic features in patients with severe head injury. *Neurosurg.* 1980;6:362-370.
2. Chan, HC, Aasim WA, Abdullah NM, et al. Characteristics and clinical predictors of minor head injury in children presenting to two Malaysian accident and emergency departments. *Singapore Med J.* 2005;46:219-23.
3. Chestnut R, Gautille T, Blunt B, et al. The localizing value of asymmetry in papillary size in severe head injury: Relation to lesion type and location. *Neurosurg.* 1994;34:840-846.
4. Fujisawa H, Marukawa K, Kida S, et al. Abducens nerve palsy and ipsilateral horner syndrome: A predicting sign of intracranial carotid injury in a head trauma patient. *J Trauma.* 2001;50:554-556.
5. Halley MK, Silva PD, Foley J, et al. Loss of consciousness: when to perform computed tomography? *Ped Crit Care Med.* 2004;5:230-3.
6. Jiang JY, Gao GY, Li WP, et al. Early indicators of prognosis in 846 cases of severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma.* 2002;19(7):869-74.
7. Mamelak AN, Pitts LH, Damron S. Predicting survival from head trauma 24 hours after injury: A practical method with therapeutic implications. *J Trauma.* 1996;41:91-4.
8. Massagli T, Michaud L, Rivara F. Association between injury in-dices and outcome after severe traumatic brain injury in children. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77:125-132.
9. McCabe CF and Donahue SP. Prognostic indicators for vision and mortality in shaken baby syndrome. *Arch Ophthalmol.* 2002;118(3):373-7.
10. Meyer B. Incidence of anisocoria and difference in size of palpebral fissures in five hundred normal subjects. *Arch Neurol Psychiatry.* 1947;57:464-470.
11. Meyer S, Gibb T, Jurkovich G. Evaluation and significance of the pupillary light reflex in trauma patients. *Ann Emerg Med.* 1993;22:1052-1057.
12. Narayan R, Greenberg R, et al. Improved confidence of outcome prediction in severe head injury. *J Neurosurg.* 1981;54:751-762.
13. Plum F, Posner J. *The Diagnosis of Stupor and Coma*, 3d Ed. Philadelphia: F.A. Davis, p. 47, 1982.
14. Rivas J, Lobato R, Sarabia R, et al. Extradural hematoma: Analysis of factors influencing the courses of 161 patients. *Neurosurgery.* 1988;23:44-51.
15. Schreiber M, Aoki N, Scott B, et al. Determinants of mortality in patients with severe blunt head injury. *Arch Surg.* 2002;137:285-290.
16. Signorini DF, Andrews PJD, Jones PA, et al. Predicting survival using simple clinical variables: a case study in traumatic brain injury. *J Neurol, Neurosurg Psych.* 1999;66:20-25.
17. Taylor W, Chen J, Meltzer H, et al. Quantitative pupillometry, a new technology: Normative data and preliminary observations in patients with acute head injury. *J Neurosurg.* 2003;98:205-21.

TRATAMIENTO

IV. TRATAMIENTO: VÍA RESPIRATORIA, VENTILACIÓN Y OXIGENACIÓN

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, principalmente obtenida en estudios de Clase III.

Pacientes adultos

- A. En los pacientes trasladados mediante ambulancia terrestre en los contextos urbanos, no se recomienda la práctica habitual de utilizar anestésicos para facilitar la intubación endotraqueal siempre que respiren espontáneamente y que mantengan una saturación de oxígeno (SpO_2) > 90% mientras reciben oxígeno suplementario.

Pacientes adultos y pediátricos

- A. La hipoxemia ($SpO_2 < 90\%$) debe ser evitada y corregida inmediatamente después de su identificación.
- B. Es necesario del establecimiento de la permeabilidad de la vía respiratoria utilizando para ello los medios más apropiados existentes en el momento en los pacientes siguientes: los que han sufrido una

lesión cerebral traumática (LCT) grave (Escala del coma de Glasgow [GCS, *Glasgow Coma Scale*] < 9), los pacientes en los que no es posible mantener una vía respiratoria adecuada y los pacientes en los que no es posible la corrección de la hipoxemia mediante la administración de oxígeno suplementario.

- C. Los sistemas de servicios de emergencias médicas (SEM) deben implementar protocolos de intubación endotraqueal que incluyan la intubación mediante secuencia rápida (ISR) con vigilancia de la presión arterial, la oxigenación y siempre que sea posible la determinación de la concentración de CO_2 al final del volumen corriente (ET CO_2).
- D. Cuando se realiza la intubación endotraqueal para el establecimiento de la permeabilidad en la vía respiratoria, la confirmación de la localización de la cánula en la tráquea debe incluir la auscultación pulmonar y la ET CO_2 .
- E. Es necesario que el paciente mantenga una frecuencia respiratoria normal (ET CO_2 , 35-40 mmHg) y siempre hay que evitar la hiperventilación (ET $CO_2 < 35$ mmHg), a menos que el paciente muestre signos de herniación cerebral*.

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Chesnut, 1993 ⁸	Un estudio prospectivo y multicéntrico efectuado sobre 717 pacientes con LCT grave en los que se evaluó el efecto sobre la evolución de la hipotensión (PAS < 90 mmHg) iniciada entre el traumatismo y la reanimación.	III	La hipotensión fue un factor predictivo estadísticamente independiente de la evolución. Un único episodio de hipotensión durante este periodo duplicó la mortalidad e incrementó la morbilidad. Los pacientes con hipotensión no corregida en el escenario presentaron una evolución peor que los pacientes cuya hipotensión ya había sido corregida en el momento en el que llegaron al SU.
Hsiao, 1993 ²²	Un estudio retrospectivo efectuado sobre un registro traumatológico en el que participaron 120 pacientes con una puntuación GCS < 14 y en los que se evaluó la necesidad de la intubación urgente en el escenario o en el SU; este parámetro fue comparado con los hallazgos en la TC.	III	Los pacientes del grupo de puntuación GCS de 3-5 fueron intubados y el 73% presentó alteraciones en la TC; el 73% de los pacientes con una puntuación GCS de 6-7 fue intubado y el 36% presentó alteraciones en la TC; el 62% de los pacientes con una puntuación GCS de 8-9 fue intubado y el 62% presentó alteraciones en la TC; el 20% de los pacientes con una puntuación GCS de 10-13 requirió intubación y el 23% presentó alteraciones en la TC.

(Continúa en la página siguiente)

*v. capítulo VI, Herniación cerebral.

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Silverston, 1989 ³¹	Un estudio realizado sobre 25 pacientes traumatológicos consecutivos, incluyendo pacientes con traumatismo craneal, en el que se evaluó el uso de la determinación no invasora de la oximetría de pulso en el escenario y en una ambulancia en desplazamiento.	III	El 16% de los pacientes presentó una saturación de $O_2 < 75\%$ y en un 28% adicional de pacientes este parámetro estuvo entre el 75 y el 90%. No se observaron dificultades con el uso del oxímetro de pulso en el escenario o en la ambulancia.
Stocchetti, 1996 ³⁴	Un estudio de cohortes efectuado sobre 50 pacientes traumatológicos trasladados desde el escenario mediante helicóptero y en los que se evaluaron la incidencia y el efecto de la hipoxemia y la hipotensión sobre la evolución.	III	El 55% de los pacientes presentó hipoxemia ($SpO_2 < 90\%$) y el 24% hipotensión. La hipoxemia y la hipotensión influyeron negativamente en la evolución; sin embargo, no se estudió el grado con el que cada una de ellas influyó de manera independiente en la evolución.
Winchell, 1997 ⁴⁰	Un estudio retrospectivo realizado con diseño caso-control sobre 1.092 pacientes con LCT grave, una puntuación GCS < 9 en la fase prehospitalaria y una Puntuación de traumatismo abreviada (AIS, <i>Abbreviated Injury Score</i>) de cabeza o cuello > 4 . Fueron comparados los pacientes en los que se realizó intubación endotraqueal prehospitalaria con los pacientes en los que no se llevó a cabo esta medida.	III	En los pacientes con una puntuación GCS < 9 la supervivencia de los que fueron intervenidos mediante intubación endotraqueal prehospitalaria fue del 74% mientras que la de los que no fueron intervenidos de esta manera fue del 64%. En lo relativo a los pacientes con LCT grave aislada, la supervivencia de los que fueron intervenidos mediante intubación endotraqueal prehospitalaria fue del 77% mientras que la de los que no fueron intervenidos de esta manera fue del 50%.
Estudios nuevos			
Bochicchio, 2003 ³	Una revisión retrospectiva de datos básicos obtenidos prospectivamente en 191 pacientes con LCT. Fueron comparados los pacientes intubados en el escenario con los intubados tras la llegada al centro traumatológico. Se evaluaron la mortalidad global, la hospitalización en planta y en la UCI, el número de días en los que fue necesario el respirador y la incidencia de neumonía.	III	Los pacientes intubados en el escenario presentaron una mortalidad mayor, una estancia más prolongada en la UCI o en la planta hospitalaria, necesidad del respirador durante un número mayor de días y una incidencia más elevada de neumonía. En este estudio fue evaluado un grupo mixto de traumatismos contusos y penetrantes, y no quedó claro si los dos grupos evaluados tuvieron características similares. Los grupos no fueron equivalentes; es decir, el grupo de asistencia prehospitalaria posiblemente presentó una afectación mayor. El grupo de asistencia hospitalaria mostró un tiempo de traslado menor.
Bulger, 2005 ⁵	Una revisión retrospectiva de 2.012 pacientes con LCT intubados, con o sin uso de bloqueadores neuromusculares (BNM).	III	Se realizó la intubación en el 17% de los 920 pacientes con LTC leve. Los pacientes en los que no se utilizaron BNM tuvieron una probabilidad mayor de presentar hipotensión, una puntuación AIS mayor, una probabilidad mayor de parada cardiopulmonar y una probabilidad también mayor de ser trasladados mediante helicóptero (HEMS, <i>helicopter emergency medical service</i>). La mortalidad fue del 25%, en comparación con la mortalidad del 37% observada en los pacientes intubados y tratados con BNM. Posiblemente hubo un sesgo de selección, en el sentido de que los pacientes más afectados no recibieron BNM.
Davis, 2003 ¹³	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 209 pacientes con sospecha de LCT en los que se realizó ISR tras el fracaso de los intentos de intubación endotraqueal; los resultados fueron comparados con los obtenidos en 627 controles equiparados en los que no se realizó intubación. En la decisión de recurrir a la intubación mediante ISR se tuvieron en cuenta la puntuación GCS, la pO_2 y la presencia de reflejo nauseoso. Fueron excluidos los pacientes trasladados por medios aéreos.	III	Los pacientes intervenidos mediante ISR presentaron una tasa de mortalidad mayor y una evolución neurológica peor que los pacientes en los que no se efectuó la intubación. Tasa mayor de hiperventilación inadvertida en el grupo ISR. Se observó hipoxia transitoria en $> 50\%$ de los pacientes en los que se realizó la monitorización de la $ETCO_2$, en muchos casos con bradicardia concurrente. En el grupo de ISR los tiempos de escenario fueron mayores, los valores de la PO_2 a la llegada al SU superiores y los valores de la PCO_2 a la llegada al SU inferiores. El grupo de pacientes con hiperventilación presentó una mortalidad mayor. En conjunto, 67 de los 209 pacientes intubados mediante ISR había sufrido una LCT leve o bien no había sufrido ninguna forma de LCT.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Davis, 2003 ¹⁴	Un estudio prospectivo y de observación en el que se determinó la tasa de buenos resultados mediante la colocación de un dispositivo Combitube tras el fracaso de la intubación orotraqueal.	III	En conjunto, tuvieron buen resultado 58 (95%) de los 61 intentos de colocación de un dispositivo Combitube. En los pacientes en los que se colocó el dispositivo Combitube las puntuaciones AIS fueron mayores y también hubo una probabilidad mayor de secreciones orofaríngeas o de sangre. No se observaron diferencias en la mortalidad entre los pacientes en los que se colocó un dispositivo Combitube y los pacientes en los que se realizó la intubación orotraqueal.
Davis, 2003 ¹²	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 249 pacientes con sospecha de LCT en los que se realizó intubación, incluyendo ISR, tras el fracaso de los intentos de intubación endotraqueal. Fueron comparados con 189 controles históricos. Se determinó la tasa global de buenos resultados con la intubación (definida como la colocación de la cánula endotraqueal o del dispositivo Combitube como vía respiratoria de rescate) tras la implementación del protocolo ISR.	III	La implementación de un protocolo ISR mejoró los buenos resultados obtenidos con la intubación, desde el 39% en los controles históricos hasta el 85%, incluyendo el 99% de los pacientes en los que se aplicó la ISR. El tiempo medio en el escenario respecto a los pacientes intervenidos mediante ISR fue de 28 minutos. Los profesionales de la emergencia prehospitalaria fueron incapaces de realizar la intubación en el 15% de los pacientes tras la ISR (necesidad de aplicación de un dispositivo Combitube).
Davis, 2004 ¹⁰	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 355 pacientes con sospecha de LCT en los que se realizó intubación, incluyendo ISR, tras el fracaso de los intentos de intubación endotraqueal. En conjunto, en 144 pacientes se efectuó la monitorización de la ETCO ₂ , mientras que en 149 no se llevó a cabo esta determinación. Se evaluó la eficacia de la monitorización cuantitativa continua de la ETCO ₂ para la prevención de una hiperventilación inadvertida.	III	Ocho pacientes (5,6%) en los que se realizó la monitorización presentaron hiperventilación grave (pCO ₂ < 25 mmHg), en comparación con 20 pacientes en los que no se efectuó la monitorización (13,4%) (OR, 2,64; IC del 95%, 1,12-6,20; p = 0,035). No hubo diferencias significativas entre ambos grupos respecto a la mortalidad. En un subanálisis se observó una mortalidad significativamente mayor en los pacientes con hiperventilación grave, en comparación con los que no presentaron esta complicación (OR, 2,9; IC del 95%, 1,13-6,6; p = 0,016). Los valores más bajos y finales de la ETCO ₂ se correlacionaron de manera independiente con el incremento de la mortalidad. Los pacientes con una ETCO ₂ más baja de 20-27 mmHg y los pacientes con una ETCO ₂ < 20 mmHg presentaron una mortalidad mayor (CP, 3,38 y 3,64, respectivamente).
Davis, 2004 ¹¹	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 59 pacientes con LTC que fueron intubados y que presentaban una puntuación GCS ≤ 8, y sobre 177 controles históricos no intubados. Se compararon los valores de la ETCO ₂ y la SpO ₂ en relación con la mortalidad. Los pacientes con LCT fueron intubados mediante ISR tras los intentos sin éxito de intubación sin uso de medicamentos.	III	Los pacientes con una ETCO ₂ final < 4 mmHg presentaron una mortalidad mayor (OR, 3,86). La hipoxia tras la intubación, tanto en los niveles del 90-95% y < 90%, se asoció a una mortalidad mayor (OR, 3,23 y 3,86, respectivamente).
Deitch, 2003 ¹⁵	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 36 pacientes, con monitorización de la presión arterial antes y después del uso de etomidato para la ISR.	III	Se observó hipotensión en el 9% de los pacientes. Los participantes no fueron consecutivos; el algoritmo para el uso de etomidato no quedó claro.
Dunford, 2003 ¹⁶	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 54 pacientes con sospecha de LCT en los que se llevó a cabo la ISR tras el fracaso de los intentos de intubación. Los pacientes fueron monitorizados durante el procedimiento de ISR respecto a la saturación de oxígeno y respecto al efecto sobre la frecuencia cardíaca.	III	El 57% de los pacientes intervenidos mediante ISR presentó un periodo de desaturación de oxígeno; 19/31 (61%) presentaron una disminución del pulso > 20 por minuto, incluyendo el 19% con bradicardia inferior a 50 latidos por minuto. En conjunto, 26 de los 31 episodios de desaturación tuvieron lugar en pacientes cuya SpO ₂ inicial fue del 90% o superior; no quedó clara la razón por la que fueron intubados estos pacientes: cinco pacientes presentaron una hipoxia corregible antes de la intubación. Tampoco quedó claro por qué presentaron desaturación tantos pacientes, especialmente si habían sido preoxigenados de manera apropiada o habían ocurrido otros factores. Además, 26/31 (85%) de las intubaciones fueron descritas como «fáciles».

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Grmec, 2004 ¹⁹	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 81 pacientes (58 con LCT, puntuación GCS < 9) en los que se realizó intubación endotraqueal en el escenario, con evaluación de la colocación correcta de la cánula mediante auscultación y capnometría.	III	La auscultación como método único dio lugar a la identificación errónea de 8 (10%) casos, con cuatro resultados falsamente positivos y cuatro resultados falsamente negativos. La capnometría permitió identificar correctamente la colocación de la cánula en todos los casos.
Helm, 2002 ²¹	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 127 pacientes con LCT que fueron intubados en el escenario y a los que se aplicó un respirador portátil de traslado. Los pacientes fueron evaluados tras su llegada al hospital respecto a la idoneidad de la oxigenación y a la posibilidad de hipo o hiperventilación.	III	Se observó una oxigenación óptima ($\text{PaO}_2 > 100$ mmHg) en el 85% de los pacientes; se detectó hipoxemia ($\text{PaO}_2 < 60$ mmHg) en el 2,5%. El 16,4% de los pacientes presentó hipoventilación ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg) y el 41% hiperventilación ($\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg). En un subgrupo de 38 pacientes con LCT aislada, el 45% (17) presentó hipocapnia ($\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg) a su llegada al hospital; dos presentaron hiper-capnia ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg) al llegar al hospital.
Helm, 2003 ²¹	Un estudio prospectivo realizado sobre 97 pacientes traumatológicos, 71 de los cuales presentaban una LCT, en el que los participantes fueron asignados aleatoriamente a los grupos de visualización o ausencia de visualización de un monitor de valoración continua de la ETCO_2 aplicado en el contexto prehospitalario. Tras su llegada al hospital, los pacientes fueron evaluados para descartar la presencia de hipo o hiperventilación.	III	En el conjunto de los pacientes en los que se visualizó la monitorización de la ETCO_2 , se detectó hipoventilación en el 5,3% de los casos e hiperventilación en el 32%. En el conjunto de los pacientes en los que no se llevó a cabo la visualización de las lecturas de la ETCO_2 , se observó hipoventilación en el 38% e hiperventilación en el 43%.
Katz, 2001 ²⁴	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre pacientes intubados en el escenario por profesionales de la emergencia prehospitalaria. Tras la llegada al SU, la colocación de la cánula se comprobó mediante capnometría, auscultación y laringoscopia directa.	III	En conjunto, fueron intubados 108 pacientes; en el 25% (27/108) se observó la colocación inadecuada de la cánula endotraqueal: en 18 casos en el esófago y en nueve casos por encima de las cuerdas vocales. En este estudio no se pudo demostrar si la cánula endotraqueal fue colocada erróneamente en el esófago desde el primer momento o bien si se desplazó durante el traslado del paciente; por tanto, los resultados de este estudio no permitieron determinar si el problema se había debido a la propia intubación o bien a una falta de vigilancia tras la intubación.
Murray, 2000 ²⁸	Una revisión retrospectiva para la comparación de pacientes intubados en el escenario (n = 81) con los pacientes que no lo fueron (n = 714).	III	La puntuación ISS, la puntuación GCS, el mecanismo de lesión y la distribución de la puntuación AIS craneal fueron menos graves en los pacientes no intubados. Los pacientes en los que se realizó la intubación prehospitalaria no presentaron una supervivencia mayor que los pacientes en los que no se llevó a cabo. La intubación se intentó en los casos en los que el paciente presentaba un esfuerzo respiratorio con dificultad y sin mejoría con la mascarilla con bolsa y válvula (MBV), o bien en los casos de pacientes con apnea. Las razones más habituales para el fracaso de la intubación fueron la bloqueo mandibular y la presencia de un reflejo nauseoso intacto.
Ochs, 2002 ²⁹	Un estudio prospectivo realizado para evaluar la capacidad de la ISR efectuada por profesionales de la emergencia prehospitalaria para facilitar la intubación de 114 pacientes con LCT grave.	III	Los profesionales de la emergencia prehospitalaria recibieron un curso de 7 horas. La tasa de buenos resultados fue del 84%; es decir, la ISR presentó una tasa de fracaso del 16% (en comparación con la tasa de buenos resultados del 63% observada por Wang en un estudio en el que no se utilizaron agentes anestésicos ¹⁴). La ISR incrementó en 15 minutos el tiempo de escenario.
Silvestri, 2005 ³²	Un estudio prospectivo y de observación efectuado para evaluar la asociación entre el uso extrahospitalario de la monitorización ETCO_2 continuada y las intubaciones con colocación correcta e inadvertida de la cánula, en el contexto de un sistema SEM regional.	III	Se efectuaron 153 intubaciones: en 93 pacientes se realizó una monitorización continuada de la ETCO_2 y en 60 no se llevó a cabo. La tasa de intubaciones con localización errónea inadvertida en el grupo de monitorización de la ETCO_2 fue del 0%, mientras que en el grupo en el que no se efectuó dicha monitorización fue del 23%. La monitorización se realizó a discreción de la unidad del SEM; por tanto, en este estudio hubo un sesgo de selección en el sentido de que los profesionales de la emergencia prehospitalaria que realizaron la monitorización ETCO_2 posiblemente tuvieron un comportamiento de carácter más compulsivo en lo relativo al control de la vía respiratoria. No se llevó a cabo un proceso de asignación aleatoria; los resultados estuvieron fundamentados en la notificación personal. No se indicó el número de intubaciones esofágicas iniciales reconocidas ni tampoco el número de complicaciones durante la intubación.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (*Continuación*)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Sloane, 2000 ³³	Una revisión retrospectiva de pacientes traumatológicos trasladados por medios aéreos, con comparación de los que fueron intervenidos mediante ISR en el escenario y los que lo fueron en el hospital. Se realizó un análisis de subgrupo correspondiente a los 75 pacientes con LCT.	III	Entre los dos grupos no hubo diferencias en la duración de la hospitalización en planta o en la UCI ni tampoco en la evolución final, en función de la mortalidad o del destino del paciente tras el alta. Los grupos no tuvieron características similares y los revisores no fueron sometidos a control mediante enmascaramiento. Los pacientes fueron intubados por médicos o por enfermeros de vuelo.
Wang, 2004 ³⁷	Una revisión retrospectiva de un registro traumatológico con 4.098 pacientes adultos con LCT, en la que se compararon los pacientes intubados en el escenario (n = 1.797) con los que lo fueron en el SU (n = 2.301). Se evaluaron la mortalidad y la evolución neurológica funcional.	III	Los pacientes intubados en el escenario presentaron una mortalidad mayor (CP, 3,99) y una incidencia también mayor de evolución neurológica negativa. Los pacientes no presentaron características equiparables; el grupo de intubación en el escenario presentó una afectación más grave.

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Estudios nuevos			
Cooper, 2001 ⁹	Un estudio retrospectivo efectuado sobre el National Pediatric Trauma Registry y correspondiente a 578 niños con LCT, con comparación de los que fueron tratados mediante intubación endotraqueal y los que lo fueron mediante una mascarilla con bolsa y válvula (MBV). Se evaluaron la mortalidad global y la independencia funcional.	III	En conjunto, se realizó intubación endotraqueal en 479 pacientes; en 99 pacientes se llevó a cabo la ventilación con MBV. No hubo diferencias en la mortalidad ni en las puntuaciones de independencia funcional entre ambos grupos.
Gaushe, 2000 ¹⁸	Un estudio prospectivo realizado sobre 830 pacientes de 12 o menos años de edad que fueron distribuidos aleatoriamente en días alternos para el control de la vía respiratoria mediante cánula endotraqueal o mediante MBV. Se realizó un análisis de subgrupo correspondiente a los pacientes con LCT (MBV, n = 27; intubación endotraqueal (IET), n = 36).	III	No se detectaron diferencias significativas entre ambos grupos respecto a la mortalidad (OR, 0,71; IC, 0,23-2,19) ni en la evolución neurológica (OR, 1,44; IC, 0,24-8,52).
Meyer, 2000 ²⁶	Un estudio prospectivo y de observación efectuado sobre 188 niños con LCT en los que se realizó intubación endotraqueal. Los pacientes fueron evaluados respecto a los buenos resultados de la intubación, las complicaciones y los cuadros de hipoventilación e hiperventilación.	III	La tasa global de buenos resultados respecto a la intubación fue del 78% (el 98% en los pacientes en coma). Se produjo hiperventilación en 10 pacientes e hipoventilación en dos.
Suominen, 2000 ³⁵	Una revisión retrospectiva en la que fueron comparados niños con LCT intervenidos mediante intubación endotraqueal en el escenario y pacientes con características similares en los que la intubación endotraqueal se llevó a cabo en el hospital que los acogió inicialmente o en el centro traumatológico de referencia.	III	No hubo diferencias significativas en la supervivencia. En conjunto, 59 pacientes intubados en el escenario presentaron una puntuación ISS mayor.

III. PANORÁMICA GENERAL

El control de la vía respiratoria y la oxigenación normal en los pacientes con lesión cerebral traumática (LCT) son dos de los aspectos terapéuticos más importantes en la fase prehospitalaria y han sido investigados con detalle en el contexto prehospitalario desde la publicación original de las Directrices⁴⁷. El aspecto clave es el control de la oxigenación y de la ventilación, lo que incluye la identificación de los pacientes en los que está indicada la intubación endotraqueal.

La hipoxemia es un factor predictivo importante de la evolución de los pacientes con LCT^{8,25}. En consecuencia, el objetivo principal en el tratamiento a aplicar en el escenario es la valoración de la vía respiratoria y el mantenimiento de una oxigenación adecuada. La evidencia de Clase III sugiere que los pacientes en coma van a seguir presentando niveles persistentemente bajos de saturación de oxígeno a pesar del aporte de oxígeno que se consigue con la intubación⁴⁰.

En estudios efectuados sobre el control de la vía respiratoria en la fase prehospitalaria se han analizado las

habilidades de evaluación, la técnica y el rendimiento. Entre otras cosas se ha estudiado la posibilidad de que puedan ser enseñadas las habilidades en la intubación endotraqueal y de que dichas habilidades puedan ser mantenidas con seguridad y con complicaciones mínimas por los profesionales de la asistencia prehospitalaria. Son aspectos relacionados con esta cuestión el reconocimiento de la intubación esofágica en el escenario y el grado con el que los profesionales de la asistencia prehospitalaria son capaces de controlar las vías respiratorias difíciles o en las que han fracasado intentos previos de intubación. Por otra parte, también se han estudiado los medicamentos utilizados de manera complementaria a la intubación de la vía respiratoria en el contexto prehospitalario, así como los métodos de supervisión, vigilancia y mejora de la calidad.

Estos aspectos del tratamiento dependen de la identificación apropiada de los pacientes en los que es necesaria la intubación. En última instancia, el objetivo de estos estudios ha sido la valoración de las condiciones en las que la intubación endotraqueal en el escenario facilita una evolución neurológica mejor y una disminución de la mortalidad.

IV. PROCESO

Para esta actualización, se realizó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, con aplicación de la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B), y los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada a través de las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios sobre pacientes adultos, de 55 publicaciones posiblemente relevantes, se añadieron 18 a la tabla existente y fueron utilizadas como evidencia para esta cuestión. En lo relativo a los estudios sobre pacientes pediátricos, de 62 publicaciones posiblemente relevantes, se utilizaron cuatro como evidencia para esta cuestión (v. Tablas de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos

- A. En los pacientes trasladados por medios terrestres en un contexto urbano, no se recomienda el uso sistemático de anestésicos para facilitar la intubación endotraqueal en los casos en los que respiran espontáneamente y mantienen una $SpO_2 > 90\%$ al tiempo que reciben oxígeno suplementario.

Fundamento. En estudios nuevos se ha sugerido que la intubación prehospitalaria de los pacientes con LCT puede no tener utilidad en los casos en los que es posible mantener una $SpO_2 > 90\%$ mediante administración de oxígeno suplementario como medida única^{10,11,13}.

Los estudios en los que se han obtenido resultados peores o equívocos en cuanto a la evolución de los pacientes intubados en el escenario deben ser contemplados con prudencia debido a que en estos estudios los pacientes intubados presentaron generalmente un nivel de gravedad mayor^{3,28,37}.

La intubación mediante secuencia rápida (ISR) se ha aplicado en el contexto prehospitalario. No se ha demostrado que la administración de lidocaína, fentanilo, esmolol o cualquier combinación de estos medicamentos en forma de premedicación disminuya la morbilidad o la mortalidad²³. La evidencia existente es insuficiente para aceptar o rechazar el uso de la premedicación en el escenario. Por otra parte, son pocos los estudios de investigación efectuados para determinar cuáles son los mejores agentes de inducción a utilizar en la ISR prehospitalaria.

En una serie de estudios efectuados en San Diego se ha demostrado un incremento global en las tasas de buenos resultados obtenidos con la intubación, desde el 39% en los controles históricos (grupo sin ISR) hasta aproximadamente el 85% en los grupos de estudio en los que se utilizó la ISR^{12,15,29}. Los criterios de participación en estos estudios fueron la puntuación GCS < 9 con sospecha de LCT, el tiempo de traslado desde el escenario hasta el hospital > 10 minutos, y la imposibilidad de intubación sin ISR debido a bloqueo mandibular, reflejo nauseoso activo o comportamiento alterado del paciente que impedía la intubación. Los pacientes estudiados fueron equiparados después con los controles históricos en los que no se había realizado intubación endotraqueal. En esta serie de estudios no quedó claro el porcentaje de pacientes en los que no fue posible la oxigenación, la ventilación o ambas, en comparación con los que fueron intubados como medio de protección de la vía respiratoria. El 32% de los pacientes intubados no había presentado una LCT. En estos estudios se observó una tasa de mortalidad mayor en el grupo ISR: 41% en comparación con el 30% en el grupo de pacientes no intubados (OR, 1,6; IC del 95%, 1,1-2,3); además, en el grupo ISR también hubo una incidencia menor de evolución neurológica adecuada, el 37% en comparación con el 49% (OR, 1,6; IC del 95%, 1,1-2,3)^{10,13,16}. A su llegada al hospital, el 15% de los pacientes del grupo ISR presentó una hiperventilación grave ($PaCO_2 < 25$ mmHg), en comparación con el 8% de los controles no intubados. Los pacientes sin hiperventilación ($PaCO_2 > 32$ mmHg) presentaron una mortalidad esperada del 23% y una mortalidad real del 26%, mientras que los porcentajes correspondientes en el caso de los pacientes con una $pCO_2 < 32$ mmHg fueron el 27 y el 39%. En los pacientes con un único intento de intubación hubo una tasa de mortalidad mayor que en los pacientes en los que fueron necesarios intentos múltiples; también fue mayor la tasa de mortalidad en los pacientes que requirieron la intubación durante el traslado y en los pacientes en los que

fue necesaria la aplicación de un dispositivo Combitube debido al fallo de la intubación endotraqueal.

Los resultados obtenidos en los estudios efectuados en San Diego han sido puestos en duda por los correspondientes a un análisis retrospectivo realizado sobre 2.012 pacientes con LCT por parte del sistema SEM de Seattle, Washington⁵. Este sistema exige que cada profesional de la emergencia prehospitalaria realice al menos 12 intubaciones anuales o visitas al quirófano para un entrenamiento adicional. Los autores de este estudio señalaron que el uso de agentes anestésicos mejoró la evolución en los pacientes con LCT. Sin embargo, el diseño retrospectivo de este estudio limitó la solidez de sus resultados. En un segundo estudio también se recomendó el uso prehospitalario de agentes anestésicos³³. Sin embargo, en este estudio las intubaciones fueron realizadas por médicos o por enfermeros de vuelo.

Por todo lo señalado, aún está por determinar el grado de seguridad y de eficacia de la ISR en el contexto prehospitalario. Los estudios citados sugieren que a pesar de que la ISR puede mejorar el buen resultado de la intubación en sí misma, por otra parte podría contribuir realmente a un empeoramiento de la evolución. Son posibles razones de ello el incremento en la incidencia de hipoxia y bradicardia inadvertidas, la prolongación del tiempo de escenario y la hiperventilación inadvertidas tras la intubación con buenos resultados. No obstante, toda la evidencia corresponde a la Clase III, lo que hace que los resultados sean cuestionables.

En resumen, los resultados obtenidos en estos estudios sugieren la necesidad de llevar a cabo un control activo de la vía respiratoria en los pacientes con LCT e hipoventilación o hipoxemia, bien mediante intubación endotraqueal o bien mediante ventilación con mascarilla con bolsa. No obstante, en los pacientes con una $SpO_2 > 90\%$ mientras reciben oxígeno suplementario la realización de la ISR por parte de profesionales de la emergencia prehospitalaria durante el traslado por tierra en contextos urbanos no parece tener utilidad e incluso podría ser perjudicial.

Pacientes adultos y pediátricos

A. La hipoxemia (saturación de oxígeno [SpO_2] < 90%) debe ser evitada y corregida de manera inmediata tras su identificación.

Fundamento. El efecto perjudicial de la hipoxemia sobre la evolución de los pacientes con LCT se ha demostrado en varios estudios^{8,34}. En el estudio de mayor envergadura, realizado sobre 717 pacientes atendidos en cuatro centros, se demostró que la hipoxemia (un episodio de apnea o cianosis en pacientes atendidos en el escenario, y una $SpO_2 < 60$ mmHg en la gasometría en sangre arterial en pacientes atendidos en el servicio de urgencias) induce un efecto perjudicial sobre la evolución de los pacientes, especialmente cuando se acom-

paña de hipotensión⁸. Las tasas de mortalidad fueron del 26,9% en los casos en los que no se produjeron hipoxemia ni hipotensión, del 28% en los casos en los que apareció únicamente hipoxemia y del 57,2% en los casos en los que aparecieron ambas complicaciones ($p = 0,013$).

En un segundo estudio realizado sobre 50 pacientes con LCT que fueron trasladados mediante helicóptero, el 55% presentó una $SpO_2 < 90\%$, determinada en el escenario antes de la intubación³⁴. En este estudio se señaló que tanto la hipoxemia como la hipotensión dieron lugar a un impacto negativo sobre la evolución. Trece de los 28 pacientes con hipoxemia no presentaron hipotensión asociada (v. Tabla A). Se observó una asociación significativa entre la desaturación arterial y la evolución mala ($p < 0,005$).

La hipoxemia se puede corregir mediante la administración suplementaria de oxígeno y a través de diversas combinaciones de ventilación con mascarilla con bolsa, intubación endotraqueal y uso de otros elementos complementarios de la vía respiratoria, tal como los dispositivos Combitube y los dispositivos de vía respiratoria con mascarilla laríngea. En consecuencia, en diversos estudios se ha evaluado la capacidad de los profesionales de la asistencia prehospitalaria para realizar la intubación endotraqueal, y también el impacto de la intubación endotraqueal en la evolución de los pacientes¹³. Solamente en un estudio se ha comparado la ventilación mediante mascarilla con bolsa con la intubación endotraqueal en el contexto prehospitalario³¹.

B. Es necesario el establecimiento de una vía respiratoria en los pacientes con LCT grave (Escala del coma de Glasgow [GCS] < 9), en los que no es posible el mantenimiento de una vía respiratoria adecuada o en los que la hipoxemia que no se corrige con la administración suplementaria de oxígeno a través del método más apropiado que se pueda aplicar.

Fundamento. En los estudios realizados sobre pacientes con cuadros traumáticos generales se ha recomendado la aplicación de una vía respiratoria artificial en los casos de imposibilidad de oxigenación o ventilación normal, o de dificultad para la protección de la vía respiratoria del paciente, y también en las situaciones en las que la evolución clínica esperada es tal que se considera que el efecto beneficioso del mantenimiento de la protección de la vía respiratoria supera a los riesgos³⁶. El fracaso de la oxigenación, la ventilación y la protección de la vía respiratoria se puede determinar a través de la exploración física y mediante la monitorización de los parámetros fisiológicos. En muchos casos es difícil predecir la evolución clínica, de manera que se considera adecuado el mantenimiento de un umbral bajo para la protección de la vía respiratoria. No obstante, esta práctica de proteger la vía respiratoria en un

paciente que presenta una oxigenación adecuada puede carecer de utilidad en los casos en los que los tiempos de traslado son breves.

La puntuación GCS baja en el contexto prehospitalario se ha correlacionado con el incremento en la incidencia de lesión intracraneal aguda demostrada en la TC craneal cuando el paciente llega al centro traumatológico²². En un estudio retrospectivo realizado con diseño caso-control sobre 1.092 pacientes con LCT grave (puntuación GCS < 9 y Puntuación de traumatismo abreviada [AIS, *Abbreviated Injury Score*] de cabeza y cuello ≥ 4) se realizó la comparación de los pacientes en los que se llevó a cabo la intubación endotraqueal prehospitalaria con los pacientes en los que no se efectuó dicha intervención⁴⁰. Los profesionales del SEM solamente realizaron la intubación en los pacientes con apnea, pérdida del conocimiento y ventilación ineficaz, y ausencia de reflejo nauseoso. El protocolo de este estudio exigió que no se utilizaran medicamentos para la intubación y tan sólo se permitieron tres intentos de intubación. La intubación endotraqueal se asoció a un incremento significativo de la supervivencia, con una tasa global de supervivencia del 74% en los pacientes intubados y del 64% en los no intubados. Los pacientes con una LCT aislada presentaron una tasa de supervivencia del 50% en el grupo sin intubación, en comparación con la tasa del 77% en el grupo con intubación.

C. *Los sistemas SEM que implementan protocolos de intubación endotraqueal, incluyendo los protocolos de ISR, deben vigilar la presión arterial, la oxigenación y, siempre que sea posible, la ETCO₂.*

Fundamento. Dado que tanto la hipoxia como la hipotensión se han asociado a una evolución mala en los pacientes con LCT, están indicadas la vigilancia detallada de la presión arterial y la saturación de oxígeno, así como la corrección de las alteraciones observadas en las mismas. Hay limitaciones a la monitorización de la SpO₂. En los estudios efectuados sobre pacientes sin LCT, el uso de barniz de uñas, la hipotensión, la anemia grave y la vasoconstricción se han asociado a resultados falsamente bajos en las lecturas de la saturación de oxígeno². A pesar de estas limitaciones, se ha señalado que los monitores de la saturación de oxígeno ofrecen una medición fiable de la saturación de la hemoglobina por oxígeno en el escenario, en los pacientes con y sin LCT^{16,31}.

En un estudio de observación fueron evaluados 54 pacientes con sospecha de LCT en los que se realizó la monitorización de la SpO₂ y de su efecto sobre la frecuencia cardíaca durante la ISR¹⁶. El 57% de los pacientes intervenidos mediante ISR presentó un periodo de desaturación de oxígeno y en el 61% de los mismos se observó una disminución del pulso > 20 latidos por minuto, incluyendo un 19% que presentó una bradicardia inferior a 50 latidos por minuto. En conjunto, 26 de los

31 episodios de desaturación tuvieron lugar en pacientes cuya SpO₂ inicial fue $\geq 90\%$; es decir, solamente cinco pacientes presentaron una hipoxia incorregible antes de la intubación. Una de las preocupaciones planteadas por los resultados de este estudio es la correspondiente a las razones por las que tantos pacientes presentaron desaturación, especialmente teniendo en cuenta que 26/31 (85%) de las intubaciones fueron descritas como «fáciles».

La hiperventilación asociada a hipocapnia puede empeorar la evolución en los pacientes con LCT^{10,13}. Por tanto, la monitorización de la ETCO₂ se está convirtiendo en un componente fundamental del tratamiento de la LCT no solamente en el hospital sino también en la fase prehospitalaria. Después de la LCT puede haber un periodo de hipoperfusión prolongada con disminución del flujo sanguíneo cerebral (FSC) hasta las dos terceras partes de la normalidad. La hiperventilación puede disminuir adicionalmente el FSC, lo que puede dar lugar a isquemia o infartos cerebrales. La evidencia obtenida en estudios efectuados en el contexto hospitalario indica que la hiperventilación profiláctica temprana puede comprometer gravemente la perfusión cerebral y empeorar la evolución del paciente^{27,30}. La hiperventilación inadvertida durante el traslado prehospitalario se ha asociado a un incremento de la mortalidad¹¹.

Se ha demostrado que el nivel de la ETCO₂ en los estudios hospitalarios se correlaciona adecuadamente con las concentraciones de PaCO₂ en las personas sanas^{7,17,38,39,41}. Sin embargo, la tecnología para la determinación de la ETCO₂ tiene limitaciones. Se han observado diferencias significativas en las determinaciones de la PaCO₂ y la ETCO₂ en pacientes con politraumatismo, traumatismo torácico grave, hipotensión y hemorragia importante²⁰. Esta diferencia se debe al incremento del espacio muerto secundario a la disminución de la perfusión alveolar o a la desestructuración del flujo sanguíneo pulmonar²¹.

En varios estudios se ha determinado la incidencia de la hipocapnia inducida durante el tratamiento de los pacientes adultos^{10,11} y pediátricos²⁶ con LCT en el escenario. En un estudio retrospectivo efectuado en San Diego, 59 pacientes adultos con LCT grave en los que fue imposible la intubación sin ISR fueron equiparados con 177 controles históricos no intubados¹¹. En este estudio se llevó a cabo la monitorización de la ETCO₂ y se observó una asociación entre la hipocapnia y la mortalidad, así como una asociación estadísticamente significativa entre la frecuencia ventilatoria y la ETCO₂. Las lecturas más baja y final de la ETCO₂ se asociaron a un incremento de la mortalidad, en comparación con lo observado en los controles.

En otro estudio efectuado sobre el mismo registro se utilizó la monitorización de la ETCO₂ en 1.404 pacientes (en comparación con 149 pacientes en los que no se llevó a cabo esta monitorización) con el objetivo de de-

terminar si una monitorización más estrecha podría dar lugar a una disminución en la tasa de hiperventilación grave inadvertida (definida como una $ETCO_2 < 25$ mmHg)¹⁰. Los pacientes en los que se llevó a cabo la monitorización de la $ETCO_2$ presentaron una incidencia menor de hiperventilación grave (5,6 y 13,4%, respectivamente; $p = 0,035$). No hubo diferencias significativas entre ambos grupos respecto a la mortalidad. En un subanálisis se demostró que los pacientes con hiperventilación grave presentaron una tasa de mortalidad mayor que los que no mostraron esta complicación (56 y 30%, respectivamente; $p = 0,016$).

D. Cuando se realiza la intubación endotraqueal para establecer una vía respiratoria, la confirmación de la colocación de la cánula en la tráquea debe incluir la auscultación pulmonar y la determinación de la concentración de CO_2 al final del volumen corriente ($ETCO_2$).

Fundamento. La discusión relativa a la intubación endotraqueal se refiere a la posibilidad de que la habilidad de la propia intubación endotraqueal pueda ser enseñada a los profesionales de la asistencia prehospitalaria, y también a la posibilidad de estos profesionales puedan identificar y corregir un error cuando se produce. En función de los estudios realizados sobre pacientes con cuadros traumatológicos generales, la tasa de buenos resultados en la intubación efectuada por profesionales de la asistencia prehospitalaria ha oscilado entre el 50 y el 100%^{4,24}. Las tasas de complicaciones importantes han oscilado entre el 2-17% en los grupos de pacientes pediátricos⁴ y el 25% en los pacientes adultos²⁴. Así, se considera que la confirmación de la colocación correcta de la cánula endotraqueal tiene un valor crítico.

En los estudios citados previamente, los profesionales de la emergencia prehospitalaria realizaron la intubación de manera adecuada en el 84% de las ocasiones; sin embargo, en el 16% de estos pacientes fue necesario el uso de un dispositivo de rescate para la protección de la vía respiratoria^{13,14}. Los resultados obtenidos en estos estudios subrayan la importancia crítica de la aplicación de protocolos para la detección de la concentración de CO_2 en cualquier sistema prehospitalario en el que se realice la intubación endotraqueal, y también la necesidad de que estos sistemas pongan a disposición de los profesionales dispositivos de rescate de la vía respiratoria por la posibilidad de que fracase la intubación.

En un estudio realizado por el sistema SEM de Orlando, Florida, Katz y Falk evaluaron a 28/107 (25%) pacientes en los que se había efectuado la intubación prehospitalaria y que fueron trasladados al SU en una situación no detectada de colocación inadecuada de la cánula endotraqueal, en 18 casos en el esófago y en nueve casos por encima de las cuerdas vocales²⁴. En un

estudio de seguimiento, Silvestri et al. observaron que la tasa de intubación esofágica inadvertida se redujo hasta cero mediante la monitorización de la $ETCO_2$ en el escenario³². De la misma forma, Grmec et al. evaluaron a 81 pacientes (58 con LCT grave) que fueron intubados en el contexto prehospitalario por parte de médicos de urgencias, y compararon la auscultación con la capnometría y la capnografía para la confirmación de la colocación adecuada de la cánula endotraqueal¹⁹. Se demostró la intubación correcta en 73 pacientes; sin embargo, la capnometría demostró la presencia de la cánula de intubación en el esófago en ocho pacientes. De ellos, en cuatro casos se había considerado incorrectamente que la cánula estaba situada en la tráquea, en función del resultado de la auscultación. En un estudio prospectivo realizado en San Diego y en el que se utilizaron la auscultación, la oximetría de pulso, la capnometría colorimétrica y la aspiración mediante jeringa, hubo 96 casos de intubación endotraqueal en los que no se reconoció la colocación inadecuada de la cánula en el esófago²⁹.

*E. En los pacientes se debe mantener una frecuencia respiratoria normal ($ETCO_2$, 35-40 mmHg) y es necesario evitar la hiperventilación ($ETCO_2 < 35$ mmHg) a menos que el paciente presente signos de herniación cerebral**.*

Fundamento. Hay pruebas cada vez más abundantes de que la hiperventilación asociada a la hipocapnia ($PaCO_2 < 35$ mmHg) da lugar a una evolución peor en los pacientes con LCT^{10,11}. En consecuencia, se está insistiendo cada vez más en la idoneidad de que la ventilación facilite la eucapnia durante el traslado del paciente (es decir, una $ETCO_2$ de 35-40).

La idoneidad de la ventilación no solamente depende de la frecuencia ventilatoria sino también del volumen corriente de oxígeno aportado y de la presión con la que se administra el volumen corriente. La capnometría continuada es el método mejor para vigilar la ventilación. En los casos en los que no es posible utilizar la capnometría, la idoneidad de la ventilación se determina mediante la vigilancia de la impermeabilidad de la vía respiratoria y a través de la elevación de la pared torácica. Las Directrices CRR/ECC de 2005 recomiendan la aplicación de 10-12 respiraciones por minuto (6-7 ml/kg), con un movimiento respiratorio cada segundo, con objeto de minimizar la insuflación gástrica¹.

En un estudio efectuado en el contexto prehospitalario, en 38 pacientes intubados que habían sufrido una LCT aislada se aplicó un respirador con un volumen corriente de 10 ml/kg y con una frecuencia de 10 respiraciones por minuto: en 17 (45%) de estos pacientes se

**v. capítulo VI, Herniación cerebral.

demonstró la aparición de hipocapnia ($\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg) tras su llegada al hospital; en otros dos pacientes se observó hipercapnia ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg) al llegar al hospital²¹. La dificultad para alcanzar la eucapnia se complica en los pacientes con politraumatismo, especialmente en los que han sufrido una lesión pulmonar. En un segundo estudio prehospitalario realizado por el mismo grupo de investigadores y en el que participaron pacientes que no habían sufrido una LCT, el uso de la capnografía con ajustes del respirador durante el traslado disminuyó significativamente la incidencia de hipocapnia a la llegada al centro traumatológico²⁰.

Pacientes pediátricos: consideraciones adicionales

No hay pruebas que apoyen la superioridad de la intubación endotraqueal extrahospitalaria en comparación con la ventilación mediante mascarilla con bolsa y válvula en los pacientes pediátricos con LCT.

Fundamento. En un estudio retrospectivo y de pequeña envergadura no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia entre los niños con LCT intubados en el escenario y los niños que no lo fueron³⁵. En dos estudios pediátricos de gran envergadura se ha cuestionado la superioridad de la intubación en el escenario, con o sin ISR, respecto a la ventilación mediante mascarilla con bolsa^{9,18}. Cooper et al. efectuaron un estudio retrospectivo, fundamentado en el National Pediatric Trauma Registry, en el que compararon a niños con LCT grave (definida como una puntuación AIS ≥ 4) y que fueron intubados en el escenario, con niños de características similares y tratados con ventilación mediante mascarilla con bolsa y válvula (MBV)⁹. De los 578 pacientes que participaron en este estudio, 99 (17%) recibieron ventilación mediante MBV y 479 (83%) fueron intubados. La tasa global de mortalidad en ambos grupos (48%) y la evolución funcional determinada a través del Instrumento de independencia funcional (*Functional Independence Measure*; puntuación < 6) en los niños mayores de 7 años de edad fueron estadísticamente similares (IET, 67%; MBV, 65%).

La tasa de otras complicaciones observadas en los distintos órganos y sistemas fue inferior en los niños intubados (58%), en comparación con los tratados mediante MBV (71%; $p < 0,05$). Es destacable el hecho de que los niños en los que se realizó la intubación tuvieron una edad superior a la de los que fueron tratados mediante MBV, además de que recibieron con mayor frecuencia fluidoterapia intravenosa y medicamentos, y también fueron trasladados mediante helicóptero más a menudo.

En un ensayo clínico prospectivo y realizado con asignación aleatoria que permitió obtener datos de Clase II, Gausche et al. compararon la supervivencia y la evolución tras la intubación endotraqueal (IET) o la

ventilación mediante mascarilla con bolsa y válvula (MBV) prehospitalarias en niños, utilizando para ello un protocolo de asignación aleatoria en función de los días en los que fueron atendidos los pacientes¹⁸. En conjunto, participaron 830 pacientes; en 420 se realizó IET y en 410 se aplicó la MBV. Un pequeño su grupo de pacientes había sufrido LCT (36 y 27 pacientes en cada grupo, respectivamente). No hubo diferencias significativas en la evolución de los pacientes de ambos grupos. La supervivencia de los pacientes con LCT intervenidos mediante IET fue del 25%, en comparación con el 32% en el grupo MBV (OR, 0,71; IC del 95%, 0,23-2,19). La evolución neurológica adecuada, definida como la discapacidad leve o la ausencia de discapacidad, tuvo lugar en el 11% del grupo IET y en el 8% del grupo MBV (OR, 1,44; IC del 95%, 0,24-8,52). A pesar de que en el pequeño su grupo de pacientes con LCT no se observaron diferencias en la evolución, los hallazgos efectuados en el grupo mayor de pacientes traumatológicos generales indicaron la aparición de menos complicaciones con el dispositivo MBV.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

1. ¿Qué diferencias hay entre la intubación endotraqueal y el uso de otros dispositivos para el control de la vía respiratoria, aplicados ambos en el esce-

TABLA A. Comparación de la saturación de oxígeno antes de la intubación con las evoluciones de fallecimiento y discapacidad grave en pacientes con LCT trasladados mediante helicóptero³⁴

Saturación de oxígeno	Mortalidad	Discapacidad grave
> 90%	14,3% (3/21)	4,8% (1/21)
60-90%	27,3% (6/22)	27,3% (6/22)
<60%	50% (3/6)	50% (3/6)

TABLA B. Intubación endotraqueal prehospitalaria y evolución de los pacientes con LCT grave (Winchell³)

	Mortalidad en todos los pacientes	Mortalidad en los pacientes con LCT aislada
Pacientes intubados	26%	36,2%
Pacientes no intubados	22,8	49,6

TABLA C. Puntuación GCS en el escenario y necesidad de intubación endotraqueal prehospitalaria en los pacientes con LCT²²

	Puntuación GCS			
	3-5	6-7	8-9	10-13
Intubación en el escenario	27%	27%	8%	2%
Intubación en el SU	73%	45%	53%	18%
Positividad en la TC	73%	36%	62%	23%

TABLA D. Comparación de la evolución de los pacientes intubados en el escenario y de los controles no intubados, y efecto de la hipoxia y la hiperventilación¹¹

Medición de la SpO ₂ más baja	Mortalidad, ISR	Controles	OR	IC del 95%
<70% ETCO ₂ más baja	44%	17%	3,89	(1,1–13,5)
>27 mmHg	22%	17%	1,43	(0,4–5,4)
20–27 mmHg	47%	21%	3,38	(1,1–10,2)
<20 mmHg	47%	20%	3,64	(1,1–11,8)

nario por parte de TEM con formación básica? En concreto, se deberían realizar estudios acerca del mantenimiento de una saturación de oxígeno adecuada y sobre el efecto de esta medida sobre la evolución en los pacientes con LCT.

- ¿Cuál es el efecto sobre la evolución de la hiperventilación temprana y a corto plazo tras una LCT, con inicio de la maniobra en la fase prehospitalaria? Son necesarios estudios para considerar los tiempos prehospitalarios extremadamente variables; por ejemplo, el tiempo prehospitalario breve en las áreas urbanas, durante el que sólo es posible un periodo corto de hiperventilación.
- Es necesario el desarrollo de parámetros objetivos para determinar el grado y la eficacia de la hiperventilación en el contexto prehospitalario.
- ¿Influye sobre la evolución de los pacientes con LCT el efecto hipertensivo de los diferentes medicamentos utilizados en la ISR?
- ¿Hay un subgrupo de pacientes con LCT en los que está indicada la ISR? En concreto, ¿mejora la evolución cuando la ISR se realiza en condiciones de monitorización estrecha que garantizan la oxigenación e impiden la hipocapnia?
- ¿Mejora la capnometría la evolución al disminuir la hipocapnia y la hipercapnia inadvertidas?
- Es necesario un ensayo clínico bien diseñado y de gran envergadura para comparar la falta de aplicación de la intubación, la intubación sin ayuda farmacológica y la ISR en lo relativo a mantenimiento de la oxigenación adecuada en la fase prehospitalaria.

Bibliografía

- American Heart Association. 2005 Guidelines for CPR and ECC. www.circulationaha.org. (page IV 51–55.)
- Aughey K, Hess Dean, Eitel D, et al. An evaluation of pulse oximetry in prehospital care. *Ann Emerg Med*. 1991;20:887–891.
- Bochicchio GV, Ilahi O, Joshi M, et al. Endotracheal intubation in the field does not improve outcome in trauma patients who present without an acutely lethal traumatic brain injury. *J Trauma*. 2003;54:307–311.
- Brownstein d, Shugerman R, Cummings P, et al. Prehospital endotracheal intubation of children by paramedics. *Ann Emerg Med*. 1996;28:34–39.
- Bulger E, Copass M, Sabath D, et al. The use of neuromuscular blocking agents to facilitate prehospital intubation does not impair outcome after traumatic brain injury. *J Trauma*. 2005;58:718–724.
- Bullock R, Chesnut R, Clifton G et al. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2000;17:451–627.
- Carbo J, Bijur P, Lahn M, et al. Concordance between capnography and arterial blood gas measurements of carbon dioxide in acute asthma. *Ann Emerg Med*. 2005;46:323–7.
- Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34:216–222.
- Cooper A, DiScala C, Foltin G, et al. Prehospital endotracheal intubation for severe head injury in children: A reappraisal. *Seminars Pediatr Surg*. 2001;10:3–6.
- Davis DP, Dunford JV, Ochs M, et al. The use of quantitative endtidal capnometry to avoid inadvertent severe hyperventilation in patients with head injury after paramedic rapid sequence intubation. *J Trauma*. 2004;56:808–814.
- Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma*. 2004;57:1–10.
- Davis DP, Ochs M, Hoyt DB, et al. Paramedic-administered neuromuscular blockade improves prehospital intubation success in severely head-injured patients. *J Trauma*. 2003;55:713–719.
- Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2003;54:444–453.
- Davis DP, Valentine C, Ochs M, et al. The Combitube as a salvage airway device for paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003;42:697–704.
- Deitch S, Davis DP, Schatterman J, et al: The use of etomidate for prehospital rapid-sequence intubation. *Prehosp Emerg Care*. 2003;7:380–383.
- Dunford JV, Davis DP, Ochs M, et al: Incidence of transient hypoxia and pulse rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation. *Ann Emerg Med*. 2003;42:721–728.
- García E, Abramo T, Okuda P, et al. Capnometry for noninvasive continuous monitoring of metabolic status in pediatric diabetic ketoacidosis. *Crit Care Med*. 2003;31:2539–2543.
- Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurologic outcome. *JAMA* 2000;283:783–790.
- Grmec S, Mally S. Prehospital determination of tracheal tube placement in severe head injury. *Emerg Med* 2004;21:518–520.
- Helm M, Hauke J, Lamp L. A prospective study of the quality of pre-hospital emergency ventilation in patients with severe head injury. *Br J Anaesth*. 2002;88:345–349.
- Helm M, Schuster R, Hauke, et al. Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. *Br J Anaesth*. 2003;90:327–332.
- Hsiao AK, Michelson SP, Hedges JR. Emergency intubation and CT scan pathology of blunt trauma patients with Glasgow Coma Scale scores of 3–13. *Prehosp Disast Med*. 1993;8:229–236.
- Jagoda A, Bruns J. Increased intracranial pressure. In: Walls R, Murphy M, Luten R, Schneider R, editors. *Manual of Emergency Airway Management*, Second Edition. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2004;262–269.
- Katz S, Falk J. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2001;37:32–37.
- Kokoska ER, Smith GS, Pittman T, et al. Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg*. 1998;33:333–338.
- Meyer PG, Orliaguet G, Blanot S, et al. Complications of emergency tracheal intubation in severely head-injured children. *Paediatric Anaesth*. 2000;10:253–260.

27. Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD, et al. Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury: a randomized clinical trial. *J Neurosurg.* 1991;75:731-739.
28. Murray JA, Demetriades D, Berne TV, et al. Prehospital intubation in patients with severe head injury. *J Trauma.* 2000;49:1065-1070.
29. Ochs M, Davis D, Hoyt D, et al. Paramedic performed rapid sequence intubation of patients with severe head injuries. *Ann Emerg Med.* 2002;40:159-169.
30. Sheinberg M, Kanter MJ, Robertson CS, et al. Continuous monitoring of jugular venous oxygen saturation in head-injured patients. *J Neurosurg.* 1992;76:212-217.
31. Silverston P. Pulse oximetry at the roadside: a study of pulse oximetry in immediate care. *Br Med J.* 1989;298:711-713.
32. Silvestri S, Ralls G, Krauss B, et al. The effectiveness of out of hospital use of continuous end tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med.* 2005;45:497-503.
33. Sloane C, Vilke GM, Chan TC, et al. Rapid sequence intubation in the field versus hospital in trauma patients. *J Emerg Med.* 2000;19:259-264.
34. Stocchetti N, Furlan A, Volta F. Hypoxemia and arterial hypotension at the accident scene in head injury. *J Trauma.* 1996;40:764-767.
35. Suominen P, Baillie C, Kivioja A, et al. Intubation and survival in severe paediatric blunt head injury. *Europ J Emerg Med.* 2000;7:3-7.
36. Walls R. Rapid sequence intubation. In: Walls R, Murphy M, Luten R, Schneider R, editors. *Manual of Emergency Airway Management*, Second Edition. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2004;22-32.
37. Wang HE, Peitzman AB, Cassidy LD, et al. Out-of-hospital endotracheal intubation and outcome after traumatic brain injury. *Ann Emerg Med.* 2004;44:439-450.
38. Ward R, Yealy D. End-tidal carbon dioxide monitoring in emergency medicine, Part 1: Basic principles. *Acad Emerg Med.* 1998;5:628-36.
39. Ward R, Yealy D. End-tidal carbon dioxide monitoring in emergency medicine, Part 2: Clinical applications. *Acad Emerg Med.* 1998;5:637-46.
40. Winchell RJ, Hoyt DB. Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury. *Arch Surg.* 1997;132:592-597.
41. Yosefy C, Hay E, Nasri Y, et al. End tidal carbon dioxide as a predictor of the arterial PCO₂ in the emergency department setting. *Emerg Med J.* 2004;21:557-559.

V. TRATAMIENTO: REANIMACIÓN MEDIANTE FLUIDOTERAPIA

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, obtenida en estudios de Clase III o en estudios de Clase II con resultados contradictorios.

Pacientes adultos

- A. Los pacientes hipotensos deben ser tratados mediante líquidos isotónicos.

- B. La reanimación hipertónica es una opción terapéutica en los pacientes con LCT y una puntuación en la Escala del coma de Glasgow (GCS) < 8.

Pacientes pediátricos

- A. En lo que se refiere a los pacientes pediátricos con LCT, la hipotensión se debe tratar mediante la administración de soluciones isotónicas.

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Chesnut, 1993 ³	Un estudio prospectivo realizado sobre 717 pacientes consecutivos con LCT grave hospitalizados en cuatro centros y evaluados para determinar el efecto sobre la evolución de la hipotensión iniciada entre el traumatismo y la reanimación.	III	La hipotensión fue un factor predictivo estadísticamente independiente de la evolución. Un único episodio de hipotensión durante este periodo duplicó la mortalidad y también incrementó la morbilidad. Los pacientes en los que no se corrigió la hipotensión en el escenario presentaron una evolución peor que aquellos en los que la hipotensión ya estaba corregida cuando llegaron al SU.
Luerssen, 1988 ⁹	Un estudio prospectivo realizado sobre 8.814 pacientes adultos y pediátricos con LCT atendidos en 41 hospitales metropolitanos de Nueva York, Texas y California, en el periodo 1980-1981. El 22% eran pacientes pediátricos (1906 < 15 años); pacientes adultos con LCT (6.908 > 15 años). Parámetros: edad, sexo, signos vitales en el momento del ingreso, mecanismo de lesión, puntuación GCS posreanimación, respuesta pupilar, lesión asociada/puntuación AIS, «síntomas principales», lesión cerebral determinada en los estudios de imagen o en la cirugía, y mortalidad previa al alta hospitalaria. No se evaluó la hipoxia. Hipotensión profunda: PA sistólica 30 mmHg inferior a la media correspondiente a la edad. Análisis: tablas de dos grados de libertad con determinación del estadístico χ^2 de Pearson con la corrección de Yates. Las tablas de contingencia se ordenaron mediante el método de Mantel-Haenszel. Análisis de regresión logística para la relación entre la edad y la supervivencia.	III	La hipotensión y la hipertensión se asociaron a una mortalidad elevada en los pacientes adultos. Sin embargo, en los pacientes pediátricos sólo la hipotensión se asoció a una mortalidad elevada. Los niños con hipertensión grave fueron los que presentaron la tasa de mortalidad menor. La mortalidad pediátrica fue significativamente mayor que la del adulto, con las excepciones notables de los niños con hipotensión profunda (33,3% < 15 años y 11,8% > 15 años) y hematoma subdural (40,5% < 15 años y 43,9% < 15 años).
Vassar, 1993 ¹⁵	Un ensayo clínico multicéntrico y realizado con asignación aleatoria y control con enmascaramiento doble, para la comparación de la eficacia de la administración de 250 ml de suero salino hipertónico y de la administración de suero salino normal en la fluidoterapia de reanimación inicial de 194 pacientes traumatológicos hipotensos, a lo largo de un periodo de 15 meses. En conjunto, 144 pacientes (74%) habían presentado una LCT grave (definida como una puntuación AIS craneal de 4-6).	II	No se observó un incremento significativo de la supervivencia global en los pacientes con LCT grave; sin embargo, la tasa de supervivencia en el grupo de suero salino hipertónico fue superior a la observada en el grupo de suero salino normal en lo relativo a la cohorte con una puntuación GCS inicial de 8 o inferior.
Vassar, 1990 ¹⁶	Un ensayo clínico realizado con asignación aleatoria y enmascaramiento doble sobre 106 pacientes, a lo largo de un periodo de 8 meses. Presentaron hemorragia intracraneal 28 (26%) pacientes.	II	No se observaron efectos adversos por la infusión rápida de NaCl al 7,5% o de NaCl al 7,5%/dextrano 70 al 6%. Tampoco se observaron efectos beneficiosos. No hubo evidencia de potenciación de la hemorragia intracraneal.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Vassar, 1991 ¹⁷	Un ensayo clínico multicéntrico efectuado con asignación aleatoria y enmascaramiento doble sobre 166 pacientes hipotensos, a lo largo de un periodo de 44 meses. En conjunto, 53 (32%) pacientes presentaron una LCT grave (definida por una puntuación AIS de 4, 5 o 6). Comparación de la supervivencia hasta el alta en los pacientes que recibieron suero salino hipertónico/dextrano (SHD) y los que recibieron suero salino normal (SSN).	II	La tasa de supervivencia hasta el alta hospitalaria en los pacientes con LCT grave fue significativamente mayor en los pacientes que recibieron suero salino hipertónico/dextrano (SHD) (32% de los pacientes con SHD y 16% de los pacientes con SSN).
Vassar, 1993 ¹⁸	Un ensayo clínico efectuado con asignación aleatoria y enmascaramiento doble sobre 258 pacientes hipotensos a lo largo de un periodo de 31 meses, en un centro traumatológico universitario. En conjunto, 27 (10%) habían sufrido una LCT grave. Se administraron NaCl (SH, suero salino hipertónico) al 7,5% y NaCl/6% dextrano 70 (SHD) al 7,5%.	II	El SH y el SHD no causaron alteraciones neurológicas. Ambos se asociaron a una disminución de la mortalidad en los pacientes con una puntuación GCS inicial < 8 y también en los pacientes con hemorragia cerebral grave confirmada anatómicamente.
Wade, 1997 ¹⁹	Un análisis retrospectivo de los datos individuales de pacientes con LCT e hipotensión tratados mediante la administración de suero salino hipertónico/dextrano y que habían participado previamente en ensayos clínicos realizados con asignación aleatoria y enmascaramiento doble. La LCT se definió como una puntuación AIS craneal > 4. En conjunto, fueron analizadas 1.395 historias clínicas correspondientes a seis estudios distintos, con participación de 233 pacientes. Ochenta pacientes fueron tratados en el SU y 143 en la fase prehospitalaria.	III	Se realizó un análisis de regresión logística en los pacientes con LCT, en el que se demostró un cociente de posibilidades de 1,92 respecto a la supervivencia a las 24 horas y de 2,12 respecto a la supervivencia hasta el alta. De esta manera, los pacientes con LCT e hipotensión que recibieron suero salino hipertónico/dextrano presentaron una probabilidad de supervivencia aproximadamente doble que los pacientes con estas características y que recibieron suero salino (p = 0,048).
Estudio reciente			
Cooper, 2004 ⁴	Un ensayo clínico efectuado con asignación aleatoria y control mediante enmascaramiento doble sobre 229 pacientes con LCT que presentaron coma (GCS < 9) e hipotensión (PAS < 100 mmHg). Fueron estudiados entre 1998 y 2002. Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente a un grupo de perfusión rápida de 250 ml de suero salino al 7% o a otro grupo de administración de 250 ml de solución de lactato sódico compuesta.	II	La supervivencia hasta el alta hospitalaria y hasta los 6 meses fue igual en los dos grupos. No se observaron diferencias significativas entre los grupos respecto a la puntuación GOS a los 6 meses ni tampoco respecto a otros parámetros de la función neurológica tras el traumatismo.

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Johnson, 1995 ⁶	Una revisión retrospectiva de las historias clínicas y de los estudios de imagen correspondientes a 28 niños con cuadros confirmados de abuso infantil y con una LCT significativa.	III	La mayor parte de los pacientes presentó apnea y el 50% de los niños también presentó hipotensión. Ningún paciente con evidencia clínica de hipoxia o isquemia cerebrales mostró una evolución buena.
Kokoska, 1998 ⁷	Una revisión retrospectiva de historias clínicas correspondientes al periodo de 1990-95, con determinación de la hipoxia, la hipotensión y la hipercapnia durante el traslado, la estancia en el SU, el quirófano y las primeras 24 horas en la UCI pediátrica.	III	Correlación entre la hipotensión temprana por un lado y la hospitalización prolongada y el empeoramiento de la puntuación GOS a los 3 meses por otro.
Levin, 1992 ⁸	Un estudio prospectivo de cohortes realizado sobre un banco de datos, con evaluación de 103 niños (< 16 años) con LCT grave (puntuación GCS < 9).	III	La evolución fue peor en los niños del grupo de 0-4 años, que presentaron un aumento en la incidencia de hematoma subdural con necesidad de evacuación (20%) y de hipotensión (32%). El 14-21% de los pacientes de todas las edades presentó hipoxia.
Luerssen, 1988 ⁹	Un estudio prospectivo realizado sobre 8.814 pacientes adultos y pediátricos con LCT, atendidos en 41 hospitales metropolitanos de Nueva York, Texas y California, durante el periodo 1980-81. El 22% correspondió a pacientes pediátricos (1.906 < 15 años); pacientes adultos con LCT (6.908 > 15 años).	III	Solamente la hipotensión se asoció a un incremento de la mortalidad en los niños. Los niños con hipertensión grave fueron los que presentaron una mortalidad menor.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Mayer, 1985 ¹⁰	Un estudio prospectivo (1978-1981) efectuado sobre 200 niños consecutivos (3 semanas a 16 años; edad media, 5,6 años) con LCT grave (puntuación GCS < 8).	III	Mortalidad del 55% con cualquier nivel de hipotensión, hipercapnia o hipoxia, en comparación con la mortalidad del 7,7% en los pacientes sin ninguna de estas complicaciones.
Michaud, 1992 ¹¹	Un estudio retrospectivo de datos obtenidos de manera prospectiva por parte del Trauma Registry y correspondientes a 75 niños atendidos en el Harborview Medical Center debido a LCT grave (puntuación GCS = 8 o inferior) entre el 1 de enero de 1985 y el 31 de diciembre de 1986. Evaluación de la mortalidad en el sistema con servicios SEM avanzados y en el centro traumatológico regional (el 83% de los pacientes recibieron asistencia en el escenario por parte del SEM). Identificación de los factores predictivos de la supervivencia, la discapacidad o ambos. Determinación de la puntuación GOS en el momento del alta hospitalaria.	III	Incremento de la mortalidad en los casos en los que en el escenario se detectaron hipotensión o alteraciones pupilares; pO ₂ > 350 en el SU, evolución mejor; pO ₂ = 105-350, evolución similar a la del grupo de hipoxia.
Ong, 1996 ¹²	Un estudio prospectivo de cohortes realizados sobre 151 niños consecutivos (< 15 años) hospitalizados durante las primeras 24 horas tras una LCT (puntuación GCS < 15), en el periodo 1993-1994, en Kuala Lumpur. Puntuación GOS durante el seguimiento, en el momento del alta y a los 6 meses.	III	La hipoxia incrementó en 2-4 veces la probabilidad de una evolución mala en los pacientes con LCT grave.
Pigula, 1993 ¹³	Un estudio prospectivo de cohortes realizados a lo largo 5 años sobre 58 niños (< 17 años) y sobre un grupo equiparado de 112 adultos con LCT grave (puntuación GCS < 8). Grupo I, PA y PaO ₂ normales. Grupo II, hipotensión, hipoxia o ambas. Comparación de los adultos con este subgrupo.	III	La hipotensión, con o sin hipoxia, causa una mortalidad significativa en los niños, hasta los niveles que se observan en los adultos. Posiblemente, la reanimación adecuada es el factor de mayor importancia para una supervivencia óptima. Supervivencia cuádruple en los pacientes sin hipoxia ni hipotensión, en comparación con los pacientes que presentaron hipoxia o hipotensión (p = 0,001).

III. PANORÁMICA GENERAL

La hemorragia tras el traumatismo disminuye la precarga cardíaca. En las situaciones en las que los mecanismos de compensación están superados, esta hipovolemia da lugar a una disminución de la perfusión periférica y del aporte de oxígeno. Se utiliza la fluidoterapia para normalizar la precarga, potenciar la función cardiovascular e incrementar el aporte periférico de oxígeno. Este aspecto es especialmente importante en los pacientes con LCT, dado que la disminución de la perfusión cerebral puede incrementar la intensidad de la lesión neurológica primaria. En concreto, se ha demostrado que la hipotensión causa una lesión cerebral secundaria significativa y empeora posteriormente la evolución.

En los adultos, la hipotensión se define por una presión arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg. En los niños, la hipotensión se define a través de una PAS inferior al quinto percentil respecto a la edad, o bien a través de la aparición de signos clínicos de shock. Los valores habituales son los siguientes:

- < 60 mmHg en los recién nacidos a término (0 a 28 días).
- < 70 mmHg en los lactantes (1 a 12 meses).
- < 70 mmHg + 2 × edad en años, en los niños de 1 a 10 años.
- < 90 mmHg en los niños > 10 años.

Hasta el momento el producto utilizado con mayor frecuencia para potenciar la precarga cardíaca, mantener el gasto cardíaco e incrementar el aporte periférico de oxígeno en los pacientes traumatológicos ha sido la fluidoterapia con cristaloides. La recomendación en los adultos es la infusión rápida de 2 litros de solución de lactato sódico compuesta o de suero salino normal como embolada inicial de líquido¹. En los niños, la reanimación mediante fluidoterapia está indicada cuando aparecen signos clínicos de disminución de la perfusión, incluso en los casos en los que las determinaciones de la presión arterial son normales.

El objetivo de la reanimación mediante fluidoterapia efectuada en el contexto prehospitalario es el de potenciar el aporte de oxígeno y el de optimizar la hemodinámica cerebral. Las soluciones cristaloides son las que se utilizan con una frecuencia mayor, aunque también se ha recurrido a otras opciones como los líquidos hiperoncóticos o hipertónicos, así como a los sucedáneos de la hemoglobina. Cuando aparece hipotensión son necesarios el restablecimiento rápido de la presión arterial y el aporte de oxígeno con el objetivo de evitar una lesión cerebral secundaria. Idealmente, la infusión se debe llevar a cabo sin que tenga lugar una hemorragia o una hemodilución secundarias.

IV. PROCESO

Para esta actualización se realizó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, con uso de la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B), y los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada en las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios sobre pacientes adultos, de 15 publicaciones posiblemente relevantes se añadió una a la tabla existente y se utilizó como evidencia para esta cuestión. En lo relativo a los estudios sobre pacientes pediátricos, de 23 publicaciones posiblemente relevantes no se añadió ningún estudio nuevo o reciente (v. Tablas de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos

A. Los pacientes hipotensos deben ser tratados con líquidos isotónicos.

Fundamento. Se han demostrado los efectos perjudiciales de la hipotensión en los pacientes adultos y pediátricos con LCT. También se ha observado que la hipotensión temprana es un factor estadísticamente significativo e independiente asociado al empeoramiento de la evolución secundaria a la LCT^{3,5,9,20}. A partir de su propuesta inicial como elemento de predicción de la evolución tras una LCT², la hipotensión fue uno de los cinco factores que demostró poseer un valor predictivo positivo del 70% o superior respecto a la mortalidad. A pesar de la sólida evidencia de la influencia negativa de la hipotensión temprana sobre la evolución en los adultos con LCT, son mucho más escasas las pruebas que demuestran que la reducción o la prevención de esta lesión secundaria mejora la evolución.

Dado que la causa subyacente de la hipotensión en estos pacientes es casi siempre la pérdida de sangre, líquidos o ambos, la reposición del volumen intravascular es el método más eficaz para restablecer la presión arterial. Por el contrario, hay datos que indican que el restablecimiento temprano de la presión arterial en los pacientes con traumatismo penetrante en el torso empeora la evolución. La relación entre estos datos y la evolución de los pacientes con LCT es desconocida.

Hay pruebas específicas que demuestran que la prevención o minimización de las lesiones por hipotensión, así como la mejora de la evolución, en función de la aplicación de protocolos prehospitalarios tiene un valor mínimo. A pesar del uso de análisis multivariados para el control de las variables de confusión, todavía existe la posibilidad de que algunas, la mayor parte o todas las lesiones secundarias que se producen durante el periodo prehospitalario y que se asocian a una

evolución mala sean simplemente manifestaciones de la gravedad de la lesión inicial, más que cuadros susceptibles de tratamiento.

B. La reanimación mediante la administración de suero salino hipertónico es una opción terapéutica en los pacientes con LCT y una puntuación en la Escala del coma de Glasgow (GCS) < 8.

Fundamento. La solución cristalóide isotónica es la fluidoterapia utilizada con mayor frecuencia en la reanimación prehospitalaria de los pacientes con LCT. No obstante, son pocos los datos publicados que apoyen su uso.

Wade revisó un conjunto de estudios que contenían datos correspondientes a pacientes con LCT tratados con suero salino hipertónico¹⁹. La supervivencia hasta el alta fue del 38% en los pacientes tratados con suero salino hipertónico y del 27% en los que recibieron tratamiento convencional ($p = 0,08$). En el análisis de regresión logística para comparar la fluidoterapia hipertónica con la isotónica, el cociente de posibilidades para la supervivencia a las 24 horas fue de 1,92 y para la supervivencia hasta el alta de 2,12 ($p = 0,048$).

Vassar et al. publicaron cuatro ensayos clínicos con asignación aleatoria y enmascaramiento doble, relativos al tratamiento con suero salino hipertónico¹⁵⁻¹⁸. En el primero de ellos fueron comparados dos grupos de pacientes con LCT que recibieron suero salino hipertónico o suero salino normal; no se observaron diferencias en la evolución¹⁶. Además, en ninguno de los dos grupos de tratamiento se incrementó la incidencia de hemorragia intracraneal. En un estudio posterior en el que se comparó la administración de suero salino hipertónico con la de solución de lactato sódico compuesta en 166 pacientes (el 32% con LCT grave), el análisis de regresión logística demostró que los pacientes del grupo de suero salino hipertónico presentaron una supervivencia mayor¹⁷. El tercer estudio se realizó sobre 258 pacientes (el 10% con LCT grave) y en el mismo se comparó la administración de suero salino hipertónico con la de la combinación de suero salino hipertónico y dextrano¹⁸. En los pacientes con una puntuación GCS inferior a 8 o con una lesión cerebral anatómica grave, la supervivencia con cualquiera de los dos tratamientos fue superior a la esperada en función de la Puntuación de gravedad de la lesión relacionada con el traumatismo (TRISS, *Trauma Related Injury Severity Score*). En 1993, Vassar publicó un ensayo clínico multicéntrico efectuado sobre 194 pacientes, el 74% de los cuales presentaba una LCT grave¹⁵. A pesar de que no se observó ningún efecto global sobre la supervivencia, los pacientes del grupo de suero salino hipertónico y con una puntuación GCS inicial < 8 presentaron una supervivencia mayor.

Recientemente, Cooper et al. han publicado un ensayo clínico efectuado con asignación aleatoria y enmas-

caramiento doble en el que han comparado la administración de suero salino hipertónico o de fluidoterapia estándar en 229 pacientes con LCT grave e hipotensión⁴. En el estudio participaron pacientes con politraumatismo, pero fueron excluidos los que presentaban otras enfermedades concomitantes o edema periférico, y también aquellos que habían sufrido el traumatismo en la proximidad del hospital. Tras una embolada inicial de fluidoterapia de 250 ml, los pacientes recibieron la reanimación estándar, tanto en el escenario como en el hospital. No hubo diferencias en la evolución de los pacientes de ambos grupos.

Pacientes pediátricos

A. En lo que se refiere a los pacientes pediátricos con LCT, la hipotensión se debe tratar mediante la administración de soluciones isotónicas.

Fundamento. El impacto negativo de la hipotensión (con o sin hipoxia e hipercapnia) en los pacientes con LCT grave se ha demostrado de manera repetida en estudios efectuados sobre grupos mixtos constituidos por pacientes adultos y pediátricos^{2,3,5,14}. En estos estudios se observaron con frecuencia hipoxia, hipercapnia e hipotensión.

En un estudio prospectivo efectuado sobre 200 niños, Mayer¹⁰ observó una mortalidad del 55% en presencia de hipoxia, hipercapnia o hipotensión, y una mortalidad de tan sólo el 7,7% en ausencia de estos tres elementos ($p < 0,01$). En un estudio prospectivo de cohortes realizados por Ong¹² en Kuala Lumpur, la presencia de hipotensión incrementó la probabilidad de una evolución mala. En pacientes con LCT secundaria a cuadros de abuso, Johnson⁶ observó que la mayor parte de los pacientes presentaba apnea y que el 50% también mostraba hipotensión. La conclusión fue la de que la hipoxia y la isquemia cerebrales se asociaron de manera más estrecha a una evolución mala, en comparación con el mecanismo de lesión.

Pigula et al.¹³ analizaron la influencia de la hipotensión sobre la mortalidad por LCT grave (puntuación GCS ≤ 8) en dos bases de datos pediátricas (edad ≤ 16 años) creadas de manera prospectiva. Los centros participantes poseían departamentos de traumatología pediátrica bien desarrollados. Los investigadores observaron una incidencia de hipotensión (definida como una PAS ≤ 90 mmHg o una PAS inferior al quinto percentil respecto a la edad) del 18% cuando los pacientes llegaron al servicio de urgencias. La tasa de mortalidad en los pacientes con hipotensión en el momento de la hospitalización fue del 61%, mientras que en los pacientes sin hipotensión fue del 22%. Al combinar la hipotensión con la hipoxia, la tasa de mortalidad fue del 85%. La hipotensión fue un factor predictivo estadísticamente significativo de la evolución con un valor predictivo positivo del 61% respecto a la mortalidad. La

hipotensión temprana anuló el efecto positivo sobre la supervivencia que aporta generalmente la juventud en los pacientes con LCT grave.

Kokosa et al.⁷ realizaron una revisión retrospectiva de historias clínicas correspondientes a todos los pacientes pediátricos hospitalizados en un centro traumatológico de nivel I a lo largo de un periodo de 5 años. Tras la limitación de la población de pacientes a los niños con LCT no penetrante y con puntuaciones GCS tras la reanimación ajustadas respecto a la edad entre 6 y 8 ($n = 72$), los investigadores consideraron las lesiones secundarias que tuvieron lugar durante el traslado de los pacientes hasta el SU y hasta transcurridas 24 horas en la UCI. La hipotensión se definió como un periodo de 5 minutos o más con una presión arterial en el quinto percentil (o por debajo del mismo) respecto a la edad, según la definición del Task Force on Blood Pressure Control in Children¹. La mayor parte de los episodios de hipotensión tuvo lugar durante la reanimación en el SU (39%) y en la UCI pediátrica (37%). Los pacientes con una discapacidad residual moderada e intensa presentaron un número significativamente mayor de episodios de hipotensión, en comparación con los pacientes que presentaron una evolución buena.

Michaud¹¹ observó que la hipotensión en el escenario y en el servicio de urgencias se relacionó significativamente con la mortalidad en los niños. En un estudio realizado sobre un banco de datos correspondiente a cuatro centros⁸, Levin demostró que la evolución fue peor en los pacientes de 0 a 4 años de edad, que fue el grupo que también presentó las tasas más elevadas de hipotensión (32%).

En un estudio prospectivo realizado sobre 6.908 adultos y 1.906 niños menores de 15 años de edad atendidos en 41 centros, Luerksen et al.⁹ observaron que la hipotensión se asoció significativamente al incremento de la mortalidad en los niños. Estos investigadores demostraron efectos negativos más intensos de la hipotensión en los niños que en los adultos. A destacar, el hecho de que los niños con hipertensión grave fueron los que presentaron la tasa de mortalidad menor.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Son necesarios estudios acerca de la reanimación mediante fluidoterapia en el contexto prehospitalario. Los datos existentes en el momento presente son muy escasos para establecer directrices de tratamiento. La preocupación actual respecto a que el incremento de la presión arterial pueda aumentar la pérdida de sangre tras ciertos tipos de traumatismo, empeorando así la hemodinámica cerebral, debe ser validada en el ser humano. Es necesaria la realización de estudios adicionales para determinar cuál es la fluidoterapia más efectiva en la reanimación y cuál debe ser la función de los «nuevos» regímenes de fluidoterapia como las

diferentes soluciones hipertónicas, el manitol y las soluciones coloides sintéticas.

No se han publicado estudios pediátricos para determinar si los protocolos prehospitalarios dirigidos hacia la minimización o la prevención de la hipotensión mejoran realmente la evolución de los pacientes pediátricos que sufren una LCT. Este problema se podría abordar a través de bases de datos de observación construidas de manera prospectiva y que permitieran el análisis de la presión arterial y del estado volumétrico, con un control simultáneo de las variables de confusión. Se ha sugerido que el incremento de las presiones arteriales puede ser aceptable y que incluso se podría asociar a una evolución mejor en los niños con LCT grave²⁰. Son necesarios nuevos estudios en esta área.

En las poblaciones de pacientes adultos y pediátricos se deben evaluar las cuestiones específicas que se citan a continuación en relación con el contexto prehospitalario:

1. ¿Cuál es la presión arterial óptima para la reanimación en los pacientes que sufren una LCT aislada y en los pacientes con politraumatismo además de LCT?
2. ¿Es la presión arterial media un criterio de valoración mejor que la PAS?
3. ¿Existe un subgrupo de pacientes con LCT en los que se debería administrar un volumen menor de fluidoterapia de reanimación?
4. ¿Cuál es la fluidoterapia de reanimación ideal en el contexto prehospitalario?
5. ¿Desempeñan alguna función las soluciones coloides con partículas grandes en el contexto prehospitalario?
6. ¿Cuál es la función de los sucedáneos de la hemoglobina en el contexto prehospitalario?
7. ¿Es posible que las nuevas tecnologías no invasoras permitan identificar y determinar la intensidad del tratamiento a aplicar en el contexto prehospitalario en los pacientes con LCT grave?

Bibliografía

1. American College of Surgeons. Advanced Trauma Life Support Instructor's Manual. Chicago, 1996.
2. Bullock R, Chesnut RM, Clifton G, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2000;17:451-553.
3. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34:216-222.
4. Cooper J, Myles PS, McDermott FT, et al. Prehospital hypertonic saline resuscitation of patients with hypotension and severe traumatic brain injury. *JAMA*. 2004;291:1350-1357.
5. Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, et al. The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury. A comparative analysis of pre-hospital, clinical and CT variables. *Br J Neurosurg*. 1993;7:267-279.
6. Johnson DL, Boal D, Baule RS. Role of apnea in nonaccidental head injury. *Pediatr Neurosurg*. 1995;23:305-310.
7. Kokoska ER, Smith GS, Pittman, et al. Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg*. 1998;33:333-338.
8. Levin HS, Aldrich ER, Saydjari C, et al. Severe head injury in children: Experience of the Traumatic Coma Data Bank. *Neurosurgery*. 1992;31:435-444.
9. Luersson TG, Klauber MR, Marshall LF. Outcome from head injury related to patient's age. *J Neurosurg*. 1988;68:409-416.
10. Mayer TA, Walker ML. Pediatric head injury: The critical role of the emergency physician. *Ann Emerg Med*. 1985;14:1178-1184.
11. Michaud LJ, Rivara FP, Grady MS, et al. Predictors of survival and severity of disability after severe brain injury in children. *Neurosurg*. 1992;31:254-264.
12. Ong L, Selladurai BM, Dhillon MK, et al. The prognostic value of the Glasgow Coma Scale, hypoxia and computerized tomography in outcome prediction of pediatric head injury. *Pediatr Neurosurg*. 1996;24:285-291.
13. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, et al. The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg*. 1993;28:310-314; discussion 315-316.
14. Price DJ, Murray A. The influence of hypoxia and hypotension on recovery from head injury. *Br J Accident Surg*. 1972;3:218-224.
15. Vassar MJ, Fisher RP, O'Brien PE, et al. A multicenter trial for resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride. *Arch Surg*. 1993;128:1003-1011.
16. Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Analysis of potential risks associated with 7.5% sodium chloride resuscitation of traumatic shock. *Arch Surg*. 1990;124:1309-1315.
17. Vassar MJ, Perry CA, Gannaway WL, et al. 7.5% sodium chloride/dextran for resuscitation of trauma patients undergoing helicopter transport. *Arch Surg*. 1991;126:1065-1072.
18. Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW. Prehospital resuscitation of hypotensive trauma patients with 7.5% NaCl versus 7.5% NaCl with added dextran: A controlled trial. *J Trauma*. 1993;34:622-632.
19. Wade CE, Grady JJ, Kramer GC, et al. Individual patient cohort analysis of the efficacy of hypertonic saline/dextran in patients with traumatic brain injury and hypotension. *J Trauma*. 1997;42:561-565.
20. White JR, Farukhi Z, Bull C, et al. Predictors of outcome in severely head-injured children. *Crit Care Med*. 2001;29(3):534-540.
21. Younes RN, Yin KC, Amino CJ, et al. Use of pentastarch solution in the treatment of patients with hemorrhagic hypovolemia: randomized phase II study in the emergency room. *World J Surg*. 1998;22:2-5.

VI. TRATAMIENTO: HERNIACIÓN CEREBRAL

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, principalmente a partir de estudios de Clase III y de evidencia indirecta.

Pacientes adultos y pediátricos

A. La hiperventilación leve o profiláctica ($\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg) debe ser evitada. El tratamiento de hiperventilación ajustado en función del efecto clínico puede ser necesario durante periodos breves de tiempo en pacientes con herniación cerebral o con deterioro neurológico agudo***.

B. Los pacientes deben ser evaluados a menudo para descartar la aparición de signos de herniación cerebral.

Los signos clínicos de la herniación cerebral son: la dilatación y ausencia de reactividad de las pupilas; las pupilas asimétricas; la identificación de una postura extensora o de ausencia de respuesta en la evaluación motora, y la observación de un

***Reproducido de Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents¹.

deterioro neurológico progresivo (disminución de más de dos puntos en la Escala del coma de Glasgow [GCS] respecto a la mejor puntuación anterior del paciente, en los pacientes con una puntuación GCS inicial < 9).

C. En los pacientes con ventilación normal, bien oxigenados y normotensos que –a pesar de todo ello– presentan signos de herniación cerebral se debe aplicar la hiperventilación como medida coyuntural y se interrumpe cuando desaparecen los signos clínicos de herniación.

La hiperventilación se aplica en forma de:

- 20 respiraciones por minuto en el adulto.
- 25 respiraciones por minuto en el niño.
- 30 respiraciones por minuto en el lactante menor de 1 año de edad.

El objetivo de la hiperventilación es una ETCO_2 de 30-35 mmHg. La capnografía es el método más adecuado para monitorizar la ventilación.

II. TABLA DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1.

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Cooper, 2004 ⁸	Un ensayo clínico efectuado con asignación aleatoria y enmascaramiento doble sobre 229 pacientes con LCT que presentaron coma (puntuación GCS < 9) e hipotensión ($\text{PAS} < 100$ mmHg). Estudiados entre 1998 y 2002, los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de perfusión rápida de 250 ml de suero salino al 7% o a un grupo de 250 ml de solución de lactato sódico compuesta.	II	La supervivencia hasta el alta hospitalaria y hasta los 6 meses fue igual en los dos grupos. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos respecto a la puntuación GOS a los 6 meses y tampoco respecto a otros parámetros de la función neurológica tras el traumatismo.
Davis et al., 2004 ¹⁰	Un análisis de regresión lineal para determinar el impacto sobre la mortalidad de los pacientes de la hipocapnia y de la disminución de la saturación de oxígeno durante la intubación mediante secuencia rápida (ISR) en el contexto prehospitalario. Los pacientes en los que se realizó la intubación con secuencia rápida fueron equiparados respecto a los controles históricos.	III	La hiperventilación y la hipoxia grave durante la ISR realizada por profesionales de la emergencia prehospitalaria se asociaron a un incremento en la mortalidad.
Muizelaar et al., 1991 ²⁴	Un subanálisis de un ECAC THAM en el que participaron 77 pacientes adultos y pediátricos con LCT grave.	II	Los pacientes con una puntuación GCS inicial de 4-5 en la respuesta motora y que fueron sometidos a hiperventilación hasta una PaCO_2 de 25 mmHg durante los primeros 5 días después de sufrir un traumatismo presentaron una evolución significativamente menor a los 6 meses del traumatismo, en comparación con los pacientes en los que la PaCO_2 se mantuvo en 35 mmHg.
Qureshi et al., 1999 ²⁷	Un análisis retrospectivo en el que se comparó la administración continuada de una solución de cloruro sódico al 3%/acetato con una tasa de 75-150 ml/hora ($n = 30$) con la administración de una solución al 2% ($n = 6$) hasta el mantenimiento de la situación normal en 82 pacientes con LCT y una puntuación GCS ≤ 8 .	III	Se observó una incidencia mayor de LCT penetrante y de lesiones ocupantes de espacio en el grupo SH. Los participantes grupo SH presentaron una mortalidad hospitalaria mayor. Los pacientes tratados mediante SH tuvieron una probabilidad mayor de recibir tratamiento con barbitúricos.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA DE EVIDENCIA 1. (Continuación)

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Schwartz et al., 1984 ³³	Un ensayo clínico realizado con asignación aleatoria para la comparación de manitol con los barbitúricos respecto al control de la PIC. Se permitió el cambio de grupo. Análisis secuencial, n = 59.	III	La administración de pentobarbital no fue significativamente mejor que la de manitol. Los pacientes del grupo de manitol presentaron una mortalidad menor durante la evolución, el 41% frente al 77%. La PPC fue mucho mejor con el manitol que con los barbitúricos (75 mmHg y 45 mmHg, respectivamente)
Shackford et al., 1998 ³⁴	Un ensayo clínico realizado con asignación aleatoria y control para la comparación de la administración de suero salino al 1,6% con la de solución de lactato sódico compuesta en pacientes con inestabilidad hemodinámica, en las fases prehospitalaria y hospitalaria, en 34 pacientes con LCT y una puntuación GCS \leq 13.	III	La PIC y la puntuación GCS basales fueron menores en el grupo SH. A pesar de ello, el SH redujo eficazmente la PIC; no hubo diferencias entre ambos grupos respecto a la evolución de la PIC. El equilibrio hídrico acumulado fue mayor en el grupo SSN. La concentración sérica diaria, la osmolalidad y las intervenciones correspondientes a la PIC fueron mayores en el grupo SH. La puntuación GOS no presentó diferencias entre ambos grupos.

III. PANORÁMICA GENERAL

La lesión neuronal puede ser debida al traumatismo inicial (lesión primaria) o secundaria a mecanismos indirectos (lesión secundaria), a la hipoxemia, a la hipotensión y al edema cerebral. La lesión cerebral también puede ser consecuencia de problemas asociados que dieron lugar al traumatismo, tal como la hipoglucemia o la toxicidad por medicamentos o sustancias. El objetivo de la reanimación en el tratamiento de la LCT es la preservación de la perfusión cerebral y la minimización de la lesión neuronal. Tal como se expone en otros apartados de estas directrices, la hipotensión y la hipoxemia se asociaron a una evolución mala en los pacientes con LCT, por lo que la reanimación sistémica tiene una prioridad alta en el tratamiento prehospitalario.

El tratamiento de los pacientes con LCT se dirige hacia el mantenimiento de la perfusión cerebral. Los signos de herniación cerebral son la dilatación o la falta de reactividad de las pupilas, la asimetría pupilar, la postura en extensión y el deterioro neurológico progresivo (disminución de la puntuación GCS en más de dos puntos respecto a la puntuación previa mejor del paciente, en el caso de pacientes con una puntuación GCS inicial inferior a 9)³¹.

La hiperventilación tiene utilidad en el tratamiento inmediato de los pacientes que muestran signos de herniación cerebral, pero no se recomienda como medida de tipo profiláctico⁶. El manitol es eficaz para reducir la presión intracraneal (PIC) y se recomienda para el control de la PIC elevada. Se han investigado diversos compuestos farmacológicos con el objetivo de prevenir la lesión secundaria asociada a la LCT, pero hasta el momento ninguno de ellos ha demostrado ser eficaz²³.

IV. PROCESO

Para este tema se efectuó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, utilizando la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B), y los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada a través de las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios sobre pacientes adultos, de 69 publicaciones posiblemente relevantes, se utilizaron seis como evidencia para este tema. En lo relativo a los estudios sobre pacientes pediátricos, de 48 estudios posiblemente relevantes, no se utilizó ningún estudio como evidencia para este tema (v. Tabla de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos y pediátricos

- La hiperventilación leve o profiláctica ($\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg) debe ser evitada. El tratamiento de hiperventilación ajustado en función del efecto clínico puede ser necesario durante periodos breves de tiempo en pacientes con herniación cerebral o con deterioro neurológico agudo.
- Los pacientes deben ser evaluados a menudo para descartar la aparición de signos de herniación cerebral.

Los signos clínicos de la herniación cerebral son: la dilatación y ausencia de reactividad de las pupilas; las pupilas asimétricas; la identificación de una postura extensora o de ausencia de respuesta en la evaluación motora, y la observación de un deterioro neurológico progresivo (disminución de más de dos puntos en la Escala del coma de

Glasgow [GCS] respecto a la mejor puntuación anterior del paciente, en los pacientes con una puntuación GCS inicial < 9).

- C. En los pacientes con ventilación normal, bien oxigenados y normotensos que –a pesar de todo ello– presentan signos de herniación cerebral, se debe aplicar la hiperventilación como medida coyuntural y se interrumpe cuando desaparecen los signos clínicos de herniación.

La hiperventilación se aplica en forma de:

- 20 respiraciones por minuto en el adulto.
- 25 respiraciones por minuto en el niño.
- 30 respiraciones por minuto en el lactante menor de 1 año de edad.

El objetivo de la hiperventilación es una ETCO_2 de 30-35 mmHg. La capnografía es el método más adecuado para monitorizar la ventilación.

Fundamento. La hiperventilación en el contexto agudo reduce la PIC debido a que causa vasoconstricción cerebral, con la reducción subsiguiente del flujo sanguíneo cerebral²⁸. Se ha demostrado que la hiperventilación reduce la PIC en muchos pacientes con edema cerebral²². Hay pruebas de que la hiperventilación también reduce el flujo sanguíneo cerebral, lo que representa un efecto perjudicial²⁸. Hay datos de Clase II que indican que los pacientes con hiperventilación crónica en el contexto hospitalario presentan una evolución peor a los 3 y los 6 meses, aunque su evolución es equivalente a los 12 meses²⁴.

Parece que en algunos pacientes con edema cerebral progresivo, la hiperventilación puede evitar coyunturalmente la herniación cerebral. En los pacientes con evidencia objetiva de herniación, los efectos beneficiosos de la hiperventilación respecto al retraso de este proceso superan a sus posibles efectos perjudiciales. Por tanto, el elemento clave para el tratamiento mediante hiperventilación es la capacidad de identificar a los pacientes con riesgo de herniación cerebral, evitando la hiperventilación en los pacientes que no presentan este riesgo; es decir, hay que evitar cuidadosamente la aplicación sistemática de la hiperventilación a todos los pacientes con LCT y, especialmente, a los que no presentan riesgo de herniación. Por desgracia, la hiperventilación no intencionada parece ser frecuente en el ámbito prehospitalario debido a diversas razones²¹. Incluso el uso de la capnografía no garantiza la evitación de una hiperventilación inadvertida^{4-7,9,13,17,18,20,29,30,35}.

En un estudio reciente se demostró la existencia de una relación entre la intubación realizada en el escenario del incidente y la evolución mala¹⁰. Los autores evaluaron la asociación entre la hiperventilación y el incremento de la morbilidad; en un análisis post hoc se

señaló la relación entre la PaCO_2 baja a la llegada del paciente al servicio de urgencias y su evolución mala^{9,11}. Sin embargo, estos datos se obtuvieron de manera retrospectiva y con uso de la gasometría en sangre arterial determinada el servicio de urgencias como evaluación sucedánea de la ventilación en el escenario.

En el contexto hospitalario, la presión intracraneal (PIC) se utiliza como guía para la aplicación de la hiperventilación. Dado que este dato no se puede determinar en la fase prehospitalaria, es necesario utilizar criterios clínicos que puedan sustituirlo para identificar a los pacientes con riesgo. En consecuencia, la hiperventilación se reserva como una medida coyuntural para su aplicación en los pacientes con LCT grave que muestran signos de herniación cerebral (definidos previamente).

A pesar de que no está apoyada específicamente por los datos de evolución en los pacientes con LCT, la práctica idónea actual parece ser el mantenimiento de una oxigenación adecuada tal como se describe en otros apartados de este documento y en función de los protocolos de ventilación y reanimación cardiopulmonar de la American Heart Association. En lo que se refiere a los pacientes que muestran o desarrollan signos de herniación cerebral, se puede iniciar la hiperventilación determinada en función de la frecuencia ventilatoria; es decir, 20 respiraciones por minuto en el adulto, 25 respiraciones por minuto en el niño y 30 respiraciones por minuto en el lactante menor de 1 año de edad².

Tratamientos hiperosmolares. El manitol ha sido aceptado durante mucho tiempo como un método eficaz para reducir la PIC^{3,15,19,33,36}. Los resultados obtenidos en numerosos estudios de carácter mecánico efectuados en el laboratorio apoyan esta conclusión. Sin embargo, no hay pruebas que aconsejen su uso en el contexto prehospitalario. Además, no se ha demostrado su efecto sobre la evolución en un ensayo clínico de Clase I en el que se haya comparado el manitol con el placebo. Schwartz et al. realizaron un estudio para comparar manitol con pentobarbital en el que no se demostró la superioridad de pentobarbital y en el que se observó una evolución mejor y un mantenimiento más adecuado de la PPC en el grupo de manitol¹³³.

El suero salino hipertónico es una alternativa atractiva a manitol en el tratamiento hiperosmótico cerebral dirigido. Su capacidad para reducir la PIC elevada ha sido demostrada en estudios realizados en pacientes atendidos en la UCI y en el quirófano^{12,16,25,26}. El suero salino hipertónico es una forma de fluidoterapia de reanimación de volumen bajo. Dado que las características que hacen que tenga utilidad como fluidoterapia de reanimación con volumen bajo y como tratamiento cerebral dirigido están relacionadas entre sí, esta discusión se va a limitar a su función como tratamiento cerebral dirigido.

No existe consenso acerca de lo que significa realmente «suero salino hipertónico». Se han utilizado para

definirlo concentraciones del 3, del 7,2, del 7,5, del 10 y del 23,4%. Tampoco hay consenso acerca de la concentración óptima para disminuir la PIC^{12,16,25,37}. La dosis del suero salino hipertónico se determina de diversas maneras. En algunos estudios se ha administrado en forma de infusión con el objetivo de incrementar la concentración sérica de sodio hasta 155-160 mEq/l, aunque algunos investigadores han alcanzado concentraciones de hasta 180 mEq/l. Se considera que esta elevada concentración sérica de sodio tiene utilidad para estabilizar la PIC y reducir las medidas terapéuticas necesarias para prevenir la elevación de la misma^{26,27}. Esta modalidad no se podría utilizar en el contexto prehospitalario.

En múltiples estudios sobre animales de experimentación y en varios ensayos clínicos se ha demostrado que el suero salino hipertónico administrado en forma de embolada puede reducir la PIC en un ambiente controlado tal como el existente en el quirófano o en la UCI, en donde se puede llevar a cabo la monitorización de la PIC^{14,35,37}. La comparación de los resultados obtenidos en estos estudios es difícil debido a que en los mismos no se utilizaron concentraciones ni protocolos similares. A diferencia de lo que ocurre con manitol, no se ha publicado ningún estudio en el que se haya demostrado el efecto del suero salino hipertónico sobre los indicadores clínicos de herniación cerebral, tal como el aumento de tamaño de las pupilas o la postura en extensión.

En un estudio de Clase II se evaluó el impacto de la administración prehospitalaria de suero salino hipertónico sobre la evolución neurológica⁸. El suero salino hipertónico no tuvo ninguna ventaja sobre el suero salino normal respecto a la evolución neurológica cuando se administró en forma de fluidoterapia de reanimación prehospitalaria. De la misma forma, en un estudio de Clase III en el que se comparó el suero salino al 1,6% con la solución de lactato sódico compuesta no se demostraron diferencias en la evolución de los pacientes de ambos grupos, aunque las diferencias basales y otros defectos limitaron la significación de los resultados obtenidos en este estudio³⁶. Por tanto, en la bibliografía actual no hay datos que apoyen el uso de suero salino hipertónico como tratamiento cerebral dirigido en el contexto prehospitalario. Sin embargo, esta conclusión no se extiende a su uso como fluidoterapia de reanimación, un tema cubierto en otros apartados de este documento de directrices.

Pacientes pediátricos: consideraciones adicionales

Tal como se señala en el documento *Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents*¹, el efecto de la hiperventilación sobre la evolución a largo plazo no ha sido evaluado en la LCT pediátrica. Hemos utilizado las recomendaciones de este documento relevantes a la asistencia

prehospitalaria y fundamentadas en la evidencia indirecta obtenida en estudios sobre pacientes adultos.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Son necesarios datos adicionales acerca del efecto de la administración prehospitalaria de suero salino hipertónico en la evolución de los pacientes con LCT. También es necesaria la evaluación de la recuperación cognitiva como criterio de valoración distinto de la reanimación correspondiente a la presión arterial.

Hay que definir con mayor detalle el uso de la capnografía en el tratamiento de la hiperventilación prehospitalaria. Las extrapolaciones actuales a partir de los contextos hospitalarios y de los quirófanos son imprecisas y pueden llevar a confusión. Son necesarios datos independientes obtenidos en el contexto prehospitalario acerca del uso y las limitaciones de la capnografía. También es necesario desarrollar los umbrales de la capnografía en función de datos basados en la evidencia.

Son necesarios métodos prehospitalarios mejores para determinar los pacientes con riesgo de herniación y los pacientes con LCT en los que son necesarias intervenciones de alto nivel.

Hay que investigar con mayor detalle la función del manitol en los pacientes con herniación cerebral.

Bibliografía

1. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents. *Critical Care Medicine*, 31(6), S417-S490, 2003; *Pediatric Critical Care Medicine*, 2003;4(3):S1-S74. *Journal of Trauma*. 2003;54(6):S235-S310.
2. American Heart Association. 2005 Guidelines for CPR and ECC. www.circulationaha.org. page IV 51-55.
3. Becker DP, Vries JK. The alleviation of increased intracranial pressure by the chronic administration of osmotic agents. Springer, 1972.
4. Bland JM, Altman DG. Statistical Methods for Assessing Agreement Between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet*. 1986;307-310.
5. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet*. 1995;346:1085-1087.
6. The Brain Trauma Foundation. The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Glasgow coma scale score. [Review] [35 refs]. *J Neurotrauma*. 2000;17(6-7):563-571.
7. Christensen M.A., Bloom J., Sutton K.R. Comparing arterial and end-tidal carbon dioxide values in hyperventilated neurosurgical patients. *Am J Crit Care*. 1995;4(2):116-121.
8. Cooper DJ, Myles PS, McDermott FT, et al. Prehospital hypertonic saline resuscitation of patients with hypotension and severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial.[see comment]. *JAMA*. 2004;291(11):1350-1357.
9. Davis DP, Dunford JV, Ochs M, et al. The use of quantitative endtidal capnometry to avoid inadvertent severe hyperventilation in patients with head injury after paramedic rapid sequence intubation. *J Trauma*. 2004;56(4):808-814.
10. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al. The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid se-

- quence intubation of severely head-injured patients. *J Trauma*. 2004;57(1):1-8.
11. Davis DP, Stern J, Sise MJ, et al. A follow-up analysis of factors associated with head-injury mortality after paramedic rapid sequence intubation. *J Trauma*. 2005;59(2):486-490.
 12. DeVivo P, Del Gaudio A, Ciritella P. Hypertonic saline solution: a safe alternative to mannitol 18% in neurosurgery. *Minerva Anestesiol*. 2001;67:603-611.
 13. Donnelly JA, Smith EA, Hope AT, et al. An assessment of portable carbon dioxide monitors during interhospital transfer.[see comment]. *Anaesthesia*. 1995;50(8):703-705.
 14. Doyle JA, Davis DP, Hoyt DB. The use of hypertonic saline in the treatment of traumatic brain injury. [Review] [232 refs]. *J Trauma*. 2001;50(2):367-383.
 15. Eisenberg HM, Frankowski RF, Contant CF. High-dose barbiturate control of elevated intracranial pressure in patients with severe head injury. *J Neurosurg*. 1988;69:15-23.
 16. Gemma M, Cozzi S, Tommasino C. 7.5% hypertonic saline versus 20% mannitol during elective neurosurgical supratentorial procedures. *J Neurosurg Anesthesiol*. 1997;9:329-334.
 17. Grenier B, Verchere E, Mesli A, et al. Capnography monitoring during neurosurgery: reliability in relation to various intraoperative positions. *Anesthesia & Analgesia*. 1999;88(1):43-48.
 18. Isert P. Control of carbon dioxide levels during neuroanaesthesia: current practice and an appraisal of our reliance upon capnography. *Anaesthesia & Intensive Care*. 1994;22(4):435-441.
 19. James H.E. Methodology for the control of intracranial pressure with hypertonic mannitol. *Acta Neurochir (Wein)*. 1980;51:161-172.
 20. Kerr ME, Zempsky J, Sereika S, et al. Relationship between arterial carbon dioxide and end-tidal carbon dioxide in mechanically ventilated adults with severe head trauma. *Crit Care Med*. 1996;24(5):785-790.
 21. Lal D, Weiland S, Newton M, et al. Prehospital hyperventilation after brain injury: a prospective analysis of prehospital and early hospital hyperventilation of the brain-injured patient. *Prehospital & Disaster Med*. 2003;18(1):20-23.
 22. Lundberg N, Kjallquist A, Bien C. Reduction of increased intracranial pressure by hyperventilation. A therapeutic aid in neurological surgery. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 1959;34(Suppl 139):1-64.
 23. McIntosh T, Garde E, Saatman K. Central nervous system resuscitation. *Emerg Med Clin North Am*. 1997;15:527-550.
 24. Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD, et al. Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury; a randomized clinical trial. *Journal of Neurosurgery*. 1991;75(5):731-739.
 25. Munar F, Ferrer AM, de Nadal M. Cerebral hemodynamic effects of 7.2% hypertonic saline in patients with head injury and raised intracranial pressure. *J Neurotrauma*. 2000;17:41-51.
 26. Peterson B, Khanna S, Fisher B, et al. Prolonged hypernatremia controls elevated intracranial pressure in head-injured pediatric patients. [see comment]. *Crit Care Med*. 2000;28(4):1136-1143.
 27. Qureshi AI, Wilson DA, Traystman RJ. Treatment of elevated intracranial pressure in experimental intracerebral hemorrhage: comparison between mannitol and hypertonic saline. *Neurosurg*. 1999;44(5):1055-1063.
 28. Raichle ME, Plum F. Hyperventilation and cerebral blood flow. [Review] [78 refs]. *Stroke*. 1972;3(5):566-575.
 29. Russell G.B., Graybeal J.M. Reliability of the arterial to end-tidal carbon dioxide gradient in mechanically ventilated patients with multisystem trauma. *J Trauma*. 1994;36(3):317-322.
 30. Sanders A.B. Capnometry in emergency medicine. *Annals of Emergency Medicine*. 1989;18(12):1287-53-1290/56.
 31. Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM, et al. Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score for determining the need for evacuation of posttraumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients. *J Trauma*. 1998;44(5):868-873.
 32. Schatzmann C, Heissler HE, Konig K, et al. Treatment of elevated intracranial pressure by infusions of 10% saline in severely head injured patients. *Acta Neurochir Suppl* 1998;71:31-33.
 33. Schwartz ML, Tator CH, Rowed DW. The University of Toronto Head Injury Treatment Study: A prospective, randomized comparison of pentobarbitol and mannitol. *J Neurol Sci*. 1984;11:434-440.
 34. Shackford SR, Bourguignon PR, Wald SL, et al. Hypertonic saline resuscitation of patients with head injury: a prospective, randomized clinical trial. *J Trauma*. 1998;44:50-58.
 35. Sharma SK, McGuire GP, Cruise CJ. Stability of the arterial to end-tidal carbon dioxide difference during anaesthesia for prolonged neuro-surgical procedures. *Canadian J Anaesthesiology*. 1995;42(6):498-503.
 36. Smith HP, Kelly DL, Jr., McWhorter JM, et al. Comparison of mannitol regimens in patients with severe head injury undergoing intracranial monitoring. *J Neurosurg*. 1986;65(6):820-824.
 37. Suarez J, Qureshi A, Bharddwaj A. Treatment of refractory intracranial hypertension with 23.4% saline. *Crit Care Med*. 1998;26:1118-112.

TOMA DE DECISIONES

VII. TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA SEM: CENTRO DE LLAMADAS, ESCENARIO, TRASLADO Y DESTINO

I. RECOMENDACIONES

Solidez de las recomendaciones: débil.

Calidad de la evidencia: baja, obtenida a partir de estudios de Clase III, con resultados contradictorios y evidencia indirecta.

Pacientes adultos

- A. Todas las regiones geográficas deben poseer un sistema asistencial traumatológico organizado.
- B. Se recomienda la implementación de protocolos para dirigir a los profesionales de los servicios de emergencias médicas (SEM) en lo relativo a las decisiones de destino en el caso de pacientes que ha sufrido una lesión cerebral traumática (LCT) grave.
- C. Los pacientes con LCT grave deben ser trasladados directamente a un centro en el que se pueda realizar de manera inmediata a un estudio con tomografía computarizada (TC), en el que exista

una asistencia neuroquirúrgica inmediata y en el que sea posible monitorizar la presión intracraneal (PIC) y tratar la hipertensión intracraneal.

- D. En los pacientes con LCT, el tipo de traslado debe ser decidido en función de la minimización del tiempo prehospitalario total.

Pacientes pediátricos

- A. En las áreas metropolitanas, los pacientes pediátricos con LCT grave deben ser trasladados directamente a un centro traumatológico pediátrico, siempre que sea posible.
- B. Los pacientes pediátricos con LCT grave deben ser atendidos en un centro traumatológico pediátrico o en un centro traumatológico del adulto con capacidad para atender a niños, en preferencia a un centro traumatológico de nivel I o II del adulto sin capacidad para el tratamiento pediátrico.

II. TABLAS DE EVIDENCIA

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Guss, 1989 ¹⁰	Un estudio de comparación de los fallecimientos por causa del sistema nervioso central (SNC) y por causas distintas del SNC, antes y después de la implementación de un sistema traumatológico.	III	Los fallecimientos prevenibles en los pacientes con y sin afectación del SNC se redujeron tras la implementación de un sistema traumatológico.
Norwood, 1995 ²¹	Estudio de comparación de la evolución de los pacientes con traumatismo en un hospital rural antes y después de convertirse en un centro traumatológico de nivel II.	III	En los pacientes con LCT, la supervivencia fue del 15,4% y del 32% antes y después, respectivamente, del cumplimiento de los criterios.
Estudios nuevos			
Baxt, 1987 ³	Un análisis de 232 pacientes con LCT efectuado para la comparación de la supervivencia entre los trasladados mediante ambulancia terrestre y los trasladados mediante helicóptero. El helicóptero estuvo atendido por un médico y un enfermero.	III	Reducción del 9% en la mortalidad de los pacientes trasladados mediante helicóptero.

TABLA DE EVIDENCIA 1. Pacientes adultos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Cornwell, 2003 ⁵	Un estudio con evaluación de un registro de traumatismos: se utilizó un diseño de comparación entre la situación previa y la situación posterior para determinar el efecto de las modificaciones sistemáticas introducidas para conseguir la denominación de centro traumatológico de nivel I.	III	En los pacientes con LCT grave hubo una disminución del 7% en las tasas de mortalidad, sin significación estadística.
Davis, 2005 ⁷	Un estudio de revisión de datos de un registro traumatológico correspondiente a 10.314 pacientes con una puntuación AIS de 3 o más, con comparación de los pacientes trasladados mediante ambulancia terrestre y los trasladados mediante helicóptero.	III	Los pacientes trasladados mediante helicóptero presentaron una probabilidad mayor de supervivencia (OR, 1,90; IC del 95%, 1,6 a 2,25), en comparación con los pacientes trasladados mediante ambulancia de tierra, tras el control de las posibles variables de confusión.
Di Bartolomeo, 2001 ⁸	Análisis de un registro de traumatismos en Italia para la comparación de la evolución de los pacientes con LCT grave trasladados mediante ambulancia terrestre atendida por profesionales de nivel de enfermería y los trasladados mediante helicóptero atendido por profesionales de nivel médico.	III	Sin diferencias significativas entre los grupos.
Hannan, 2005 ¹¹	Se utilizó el registro de traumatismos del estado de Nueva York para comparar la evolución de los pacientes entre los centros traumatológicos regionales y otros centros que atienden a pacientes con traumatismos.	III	Los pacientes con LCT presentaron una probabilidad menor de fallecimiento cuando fueron tratados en un centro traumatológico regional, en comparación con los tratados en otros centros.
Hunt, 1995 ¹³	Estudio de comparación con diseño de comparación entre la situación previa y la situación posterior respecto a las tasas de supervivencia en los pacientes con LCT tras el establecimiento de un sistema traumatológico regional.	III	Se observó una disminución de la mortalidad desde el 42% hasta el 26%, sin significación estadística.
Lee, 2002 ¹⁵	Análisis de un registro de traumatismos en Sydney, Australia, para comparar la evolución de los pacientes atendidos por profesionales de soporte vital básico (SVB) y de los atendidos por profesionales de nivel médico/profesional de la emergencia prehospitalaria. Estratificación en función de la LCT.	III	No se observó una mejora de la evolución en función del nivel de los profesionales, en el caso de los pacientes atendidos en la UCI. Se detectó un incremento en el riesgo de fallecimiento en los pacientes atendidos por médicos o profesionales de la emergencia prehospitalaria en los casos en los que no fueron ingresados en la UCI (posiblemente debido a un sesgo de selección en el centro de llamadas).
Lokkeberg, 1984 ¹⁷	Análisis de un registro de traumatismos correspondiente a tres hospitales traumatológicos importantes de Texas para determinar los factores relacionados con la evolución de los pacientes con LCT.	III	El tiempo transcurrido hasta la llegada al servicio de urgencias no fue un factor predictivo significativo de la evolución. La evolución tampoco estuvo influida por el traslado en ambulancia terrestre o en helicóptero.
McConnell, 2005 ¹⁹	Análisis retrospectivo de la mortalidad a los 30 días del alta hospitalaria en pacientes con LCT trasladados a centros traumatológicos de nivel I o a centros traumatológicos de nivel II. Se utilizó un modelo <i>probit</i> bivariado de variables instrumentales.	III	Se observó una mortalidad significativamente menor en los pacientes trasladados a centros de nivel I en comparación con los trasladados a centros de nivel II ($p = 0,017$). El incremento medio absoluto de la mortalidad en los pacientes trasladados a centros de nivel I = 10,1% (IC del 95%, 0,3%, 22,1%).
Wilberger, 1991 ²⁷	Análisis del efecto del tiempo transcurrido hasta la cirugía en los pacientes con hematoma subdural agudo.	III	No se detectaron diferencias significativas en la evolución en función del tratamiento quirúrgico temprano. Se observó una disminución absoluta del 10% en la mortalidad de los pacientes tratados durante las 4 primeras horas.

TABLA DE EVIDENCIA 2. Pacientes pediátricos

Referencia bibliográfica	Descripción del estudio	Clase de los datos	Conclusión
Potoka et al., 2001 ²³	Una revisión retrospectiva de historias clínicas de niños tratados por LCT en Pennsylvania. La variable independiente fue el nivel del centro traumatológico pediátrico (centro traumatológico pediátrico, CTP; centro traumatológico del adulto, CTA; capacidad adicional para tratar a niños, CAN; centro traumatológico del adulto de nivel I, CTAI; centro traumatológico del adulto de nivel II, CTII). Las variables dependientes fueron la mortalidad, los procedimientos neuroquirúrgicos y la mortalidad en los pacientes tratados mediante procedimientos neuroquirúrgicos.	III	La supervivencia de los pacientes con LCT grave fue mayor cuando fueron trasladados a un CTP o un CTA-CAN, más que a un CTA de nivel I o nivel II. La probabilidad de supervivencia respecto a la LCT grave fue similar en los casos en los que se requirió el tratamiento neuroquirúrgico en un CTP, un CTA-CAN o un CTA de nivel I, pero no en un CTA de nivel II. La probabilidad de supervivencia fue similar respecto a la LCT de grado intermedio, con independencia del centro al que fuera trasladado el paciente. En lo relativo a la LCT de grado intermedio fue más probable la realización de un procedimiento neuroquirúrgico en los pacientes que fueron trasladados a un CTP o un CTA de nivel I; en los casos en los que se realizó este procedimiento se redujo la probabilidad de fallecimiento. En las LCT de grado intermedio la probabilidad de que se realizara un procedimiento neuroquirúrgico fue menor cuando el traslado se realizó a un CTA-CAN o a un CTA de nivel II; en los casos en los que se realizó este procedimiento, se incrementó la probabilidad de fallecimiento.
Johnson et al., 1997 ¹⁴	Un estudio de comparación prospectivo y sin asignación aleatoria para evaluar la mortalidad en relación con el traslado directo (n = 135) o el traslado indirecto (n = 90) a un CTP de nivel I.	III	En lo relativo a la LCT grave, la supervivencia fue mayor en los pacientes en los que se realizó un traslado directo, en comparación con los pacientes en los que se llevó a cabo un traslado indirecto. La probabilidad de supervivencia en los pacientes con LCT de grado intermedio fue similar, con independencia del tipo de traslado.

III. PANORÁMICA GENERAL

El reconocimiento de la LCT en el contexto prehospitalario y la respuesta subsiguiente son elementos de enorme importancia para la recuperación del paciente. Las decisiones tomadas en el contexto prehospitalario por parte de los profesionales del SEM y de otros profesionales asistenciales que permanecen en el escenario se toman de manera escalonada y son las siguientes:

1. Información obtenida por el centro de llamadas del SEM para determinar si un paciente puede haber sufrido una lesión cerebral traumática significativa.
2. El centro de llamadas decide qué personal asistencial que debe acudir al escenario, los recursos a desplegar y la asignación de prioridad a la respuesta.
3. Evaluación por parte de los profesionales asistenciales prehospitalarios de la situación neurológica global a través de la valoración del mecanismo de la lesión (p. ej., daños en el vehículo, rotura del parabrisas, utilización o no de los cinturones de seguridad o de otros dispositivos de seguridad), el escenario y la evaluación del paciente.
4. En función de la evaluación global, se inician las intervenciones prehospitalarias para prevenir o

corregir la hipotensión o la hipoxemia, y para abordar otras posibles amenazas para la vida o para los miembros del paciente. En esta fase, la decisión relativa al nivel de los profesionales que deben acudir al escenario influye en la asistencia que reciben los pacientes.

5. Los profesionales de la asistencia prehospitalaria seleccionan un tipo de traslado (p. ej., ambulancia terrestre frente a helicóptero; uso de destellos luminosos y sirenas frente a ausencia de utilización de estos sistemas).
6. Los profesionales de la asistencia prehospitalaria deciden el centro de destino más apropiado.

IV. PROCESO

Para esta actualización se realizó una búsqueda en Medline desde 1996 hasta julio de 2006, con aplicación de la estrategia de búsqueda para esta cuestión (v. Apéndice B), y los resultados fueron complementados con la bibliografía recomendada por los compañeros del grupo o identificada en las listas de bibliografía de los artículos seleccionados. En lo relativo a los estudios efectuados sobre pacientes adultos, de 39 posibles publicaciones relevantes se añadieron 10 a la Tabla existente y se utilizaron como evidencia para esta cuestión. En lo relativo a los estudios sobre pacientes pediátri-

cos, de 14 publicaciones posiblemente relevantes se incluyeron dos como evidencia para este tema (v. Tablas de evidencia).

V. FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Pacientes adultos

- A. Todas las regiones geográficas deben poseer un sistema asistencial traumatológico organizado.
- B. Se recomienda la implementación de protocolos para dirigir a los profesionales de los servicios de emergencias médicas (SEM) en lo relativo a las decisiones de destino en el caso de pacientes que ha sufrido una lesión cerebral traumática (LCT) grave.
- C. Los pacientes con LCT grave deben ser trasladados directamente a un centro en el que se pueda realizar de manera inmediata a un estudio con TC, en el que exista una asistencia neuroquirúrgica inmediata y en el que sea posible monitorizar la presión intracraneal (PIC) y tratar la hipertensión intracraneal.
- D. En los pacientes con LCT, el tipo de traslado a realizar debe ser decidido en función de la minimización del tiempo prehospitalario total.

Fundamento

Centro de llamadas

A pesar de que no hay ninguna evidencia definitiva de que el interrogatorio formal de las personas que se ponen en contacto con el centro de llamadas solicitando ayuda de emergencia (es decir, los avisos al 112 o al número de emergencias local) puede tener utilidad para que los profesionales de centro de llamadas puedan identificar con precisión a los pacientes que sufren una LCT, la evidencia respecto a otros procesos patológicos apoya esta posibilidad en lo que se refiere a los pacientes con LCT¹². Para un funcionamiento adecuado del sistema SEM es imprescindible que el centro de llamadas dirija hacia el escenario a los profesionales asistenciales más adecuados. El interrogatorio formal de las personas que llaman por parte de profesionales del centro de llamadas especialmente formados para esta tarea permite clasificar a los pacientes en función de las necesidades^{2,6,25}. Sin embargo, otros investigadores han observado que la precisión de ello no es tan elevada, en comparación con los resultados obtenidos por los profesionales que evalúan las necesidades del paciente de manera directa^{20,22}. Esta discrepancia indica que es posible que todavía no se haya desarrollado el sistema de interrogatorio ideal.

Un segundo cometido de los profesionales del centro de llamadas del servicio de emergencias médicas es su capacidad para ofrecer instrucciones antes de la llega-

da de los profesionales al escenario. En este momento, se desconoce qué instrucciones deben ofrecer los profesionales de los centros de llamadas a las personas que avisan, con el objetivo de mejorar la evolución de los pacientes que han sufrido una LCT. Sin embargo, se ha demostrado que las personas que hacen las llamadas esperan recibir instrucciones por parte de los centros de llamadas⁴.

Nivel de asistencia en el escenario

La determinación de los recursos necesarios en el escenario depende del efecto de dichos recursos sobre la evolución del paciente. La decisión principal se refiere al nivel de los profesionales que es necesario enviar al escenario. Tradicionalmente, se ha considerado que este nivel debe ser el de soporte vital básico (SVB) o el de soporte vital avanzado (SVA). Sin embargo, dado que las habilidades de los profesionales de SVB y SVA pueden ser variables en cada Estado, e incluso en cada región, es difícil ofrecer una definición de carácter universal respecto a estos tipos de profesionales.

En un estudio realizado por Di Bartolomeo et al. en Italia se comparó la evolución de los pacientes con LCT atendidos por enfermeros y trasladados mediante ambulancias de tierra con la evolución de pacientes similares atendidos por médicos y trasladados mediante helicóptero⁸. Los investigadores no observaron diferencias significativas en la evolución de los pacientes atendidos mediante ambos tipos de protocolo. Lee et al. evaluaron la mortalidad por LCT en pacientes atendidos y trasladados por profesionales SVB, en comparación con los atendidos y trasladados por profesionales de la emergencia prehospitalaria o médicos¹⁵. Este grupo no observó diferencias significativas en la evolución de los pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos. Los pacientes que fallecieron durante las primeras 24 horas tuvieron una probabilidad mayor de haber sido atendidos y trasladados por médicos o profesionales de la emergencia prehospitalaria, pero este hallazgo pudo haber sido debido a un sesgo de selección debido a que el centro de llamadas seleccionó para estos profesionales los casos de lesiones más graves. Por tanto, en el momento presente se desconoce cuál debe ser el nivel más apropiado de los profesionales que deben atender a un paciente que ha sufrido una LCT.

Identificación de la lesión cerebral traumática

El reconocimiento de los pacientes con un potencial elevado de LCT conlleva la consideración de los signos y síntomas fisiológicos (p. ej., la puntuación GCS) y anatómicos (p. ej., la fractura craneal con depresión), así como de los mecanismos de lesión (p. ej., caídas desde una altura superior a 6 metros) que generan fuerza suficiente como para que la posibilidad de una LCT sea elevada.

En términos generales, en la mayor parte de los Estados se utiliza el protocolo American College of Sur-

geons Committee on Trauma Field Triage Decision Scheme para identificar los pacientes en los que es necesario el traslado a un centro traumatológico^{24,26}.

Tipo de traslado

La determinación del tipo más apropiado de traslado requiere que los profesionales asistenciales decidan si el paciente debe ser trasladado mediante ambulancias de tierra o mediante helicóptero, y también si –en el caso los pacientes trasladados mediante ambulancias de tierra– se deben utilizar destellos luminosos y señales acústicas. La ventaja principal de un tipo de traslado sobre el otro es la reducción del tiempo de traslado. Sin embargo, hay que considerar el tiempo prehospitalario completo y no solamente el intervalo de tiempo que transcurre desde la salida del paciente desde escenario hasta su llegada al hospital.

Se desconoce el efecto del retraso del tiempo prehospitalario sobre la evolución de los pacientes con LCT. Característicamente, a los profesionales de la asistencia prehospitalaria se les enseña que todos los pacientes deben ser trasladados de manera que puedan ser intervenidos quirúrgicamente durante la primera hora después del traumatismo. Este concepto, denominado coloquialmente la «hora de oro», representa una herramienta de enseñanza excelente para los profesionales de la asistencia prehospitalaria, aunque se desconoce el efecto preciso del tiempo transcurrido sobre la evolución del paciente¹⁶.

Se ha demostrado que los hematomas subdurales agudos en los pacientes con LCT grave se asocian a una mortalidad del 90% en los casos en los que los pacientes son intervenidos quirúrgicamente cuando han transcurrido más de 4 horas desde el traumatismo, mientras que la mortalidad es del 30% cuando son intervenidos antes de ello²⁸. En un estudio se observó una disminución de la mortalidad del 70% en los casos en los que la evacuación del hematoma subdural se llevó a cabo antes de transcurridas 2 horas desde el traumatismo²⁹. Wilberger et al. evaluaron el efecto del tiempo transcurrido entre el traumatismo y el tratamiento quirúrgico en pacientes con hematoma subdural²⁷. Estos investigadores no observaron diferencias significativas. Sin embargo, en los pacientes que fueron tratados antes de transcurridas 4 horas hubo una reducción absoluta del 10% en la mortalidad, en comparación con los pacientes que fueron tratados tras más de 4 horas. Además, en este estudio solamente se evaluó el tiempo transcurrido hasta el tratamiento quirúrgico, pero no los posibles efectos positivos de otras intervenciones hospitalarias que fueron iniciadas con anterioridad. En el estudio realizado por Di Bartolomeo, descrito anteriormente, hubo una diferencia de casi 60 minutos en el tiempo transcurrido hasta la llegada al centro receptor, a pesar de lo cual los autores no identificaron ninguna diferencia en la evolución de los pacientes⁸. Lokkeberg y Grimes llevaron a cabo un estudio con control de las

variables de confusión como la puntuación de la gravedad del traumatismo, a pesar de lo cual observaron que en los pacientes con LCT contuso grave el tiempo transcurrido hasta la asistencia definitiva no fue un factor predictivo significativo de la evolución de los pacientes¹⁷.

De manera alternativa, Baxt y Moody observaron una reducción del 9% en la mortalidad de los pacientes con LCT trasladados mediante helicóptero, en comparación con los trasladados mediante ambulancia terrestre³. En el estudio de Baxt, los helicópteros fueron atendidos por un médico-enfermero, mientras que las ambulancias de tierra lo fueron por profesionales de la emergencia prehospitalaria. Davis et al. evaluaron a 10.314 pacientes con una puntuación AIS craneal de 3 o superior, y observaron que los pacientes trasladados mediante helicóptero presentaron una probabilidad de supervivencia mayor (OR, 1,90; IC del 95%, 1,6 a 2,25), en comparación con los trasladados mediante ambulancia terrestre, tras el control de diversas variables potenciales de confusión⁷.

Destino del traslado

La evidencia indica que la mortalidad en los pacientes con LCT disminuye cuando estos pacientes son trasladados directamente a un centro traumatológico de nivel I¹⁹. En la mayor parte de las regiones geográficas, la decisión relativa al destino del traslado se toma en el contexto de un sistema traumatológico formal. En la comparación entre los sistemas SEM traumatológicos organizados y no organizados, la evolución de los pacientes fue peor en los casos de ausencia de organización^{4,20}. A pesar de que se ha cuestionado la necesidad de la atención inmediata por parte de un neurocirujano⁹, la bibliografía reciente relativa a los pacientes traumatológicos generales sugiere que la evolución de estos pacientes mejora cuando son atendidos en un centro traumatológico de nivel I¹⁸.

En un estudio retrospectivo en el que se comparó la evolución de los pacientes con LCT antes y después de la implementación de un sistema traumatológico en Oregón, se observó un cociente de posibilidades de 0,80 para la mortalidad tras la implementación del sistema³⁰. En un estudio sobre los fallecimientos prevenibles, efectuado en el condado de San Diego, se compararon los fallecimientos relacionados y no relacionados con una LCT antes y después de la implementación de un sistema asistencial traumatológico regional¹⁰. Los revisores del estudio desconocían el nivel del centro en el que se había prestado la asistencia. Los fallecimientos prevenibles en los casos sin LCT disminuyeron desde 16/83 (20%) hasta 2/211 (1%) ($p < 0,005$), mientras que en los casos con LCT los fallecimientos prevenibles se redujeron desde 4/94 (5%) hasta 1/149 (0,7%) ($p < 0,10$), respectivamente, antes y después de la implementación del sistema traumatológico. En otro estudio realizado con diseño de comparación entre la situación previa y la

situación posterior se comparó la evolución de los pacientes con traumatismo atendidos en un hospital rural antes y después de que dicho centro cumpliera las directrices del comité de traumatología del American College of Surgeons correspondientes a un centro traumatológico de nivel II²¹. La supervivencia de todos los pacientes con una probabilidad calculada de supervivencia del 25% fue del 13% antes del cumplimiento de los criterios del centro traumatológico de nivel II y del 30% después de dicho cumplimiento. En lo relativo a los pacientes con LCT, la supervivencia antes y después del cumplimiento de los criterios señalados fue del 15,4 y del 32%, respectivamente. En el estado de Nueva York, Hannan observó que los pacientes con LCT presentaron un cociente de posibilidades de fallecimiento menor (OR, 0,67, IC del 95%, 0,53-0,85) cuando fueron atendidos en un centro traumatológico regional, en comparación con otros hospitales¹¹. Cornwell et al. evaluaron la modificación de la mortalidad en los pacientes traumatológicos en un estudio con diseño de comparación entre la situación previa y la situación posterior en el que determinaron el efecto de la introducción de modificaciones sistemáticas para conseguir la denominación de centro traumatológico de nivel I⁵. En el conjunto de los pacientes con LCT grave, estos investigadores observaron una disminución del 7% en las tasas de mortalidad, sin significación estadística. Finalmente, Hunt et al. compararon las tasas de supervivencia en los pacientes con LCT antes y después de la implementación de un sistema traumatológico regional, y observaron que la mortalidad disminuyó desde un 42 hasta un 26%, una diferencia sin significación estadística¹³.

Pacientes pediátricos

- A. En las áreas metropolitanas, los pacientes pediátricos con LCT grave deben ser trasladados directamente a un centro traumatológico pediátrico, siempre que sea posible.
- B. Los pacientes pediátricos con LCT grave deben ser atendidos en un centro traumatológico pediátrico o en un centro traumatológico del adulto con capacidad para atender a niños, en preferencia a un centro traumatológico de nivel I o II del adulto sin capacidad para el tratamiento pediátrico.

Fundamento. Desde la elaboración del documento de directrices Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children, and Adolescents¹ no se ha publicado información nueva que sea específica para la asistencia prehospitalaria de los pacientes pediátricos. Las recomendaciones para esta publicación constituyen una repetición de las directrices pediátricas.

Johnson et al. realizaron un estudio prospectivo y sin asignación aleatoria para la comparación de la mortali-

dad entre los pacientes ingresados, algunos de los cuales fueron trasladados directamente al Children's Hospital in Washington, D.C. (CHOW; un CTP de nivel I) mientras que otros fueron trasladados en primera instancia a otros hospitales para acabar finalmente en el CHOW¹⁴. Los pacientes fueron niños de 1 a 12 años de edad tratados por servicios neuroquirúrgicos entre 1985 y 1938.

En conjunto, 56 pacientes con LCT grave fueron trasladados directamente y 42 trasladados de manera indirecta. Sin embargo, sólo se observó significación estadística respecto al grupo completo, en el que había pacientes con LCT de grado leve a intermedio. La tasa de mortalidad en todos los pacientes fue significativamente mayor en el grupo de traslado indirecto (4,7%), en comparación con el grupo de traslado directo (1,9%).

La puntuación de traumatismo fue significativamente mayor en el grupo de traslado directo (9) que en el grupo de traslado indirecto (7), lo que indica que los pacientes del segundo grupo presentaron una estabilidad fisiológica menor y también que entre ambos grupos hubo diferencias al inicio del estudio. No obstante, los autores de este análisis señalaron que las diferencias observadas se deben relacionar con la evolución más que con la existencia de diferencias en el momento de inicio del estudio; es decir, el deterioro fisiológico tuvo lugar en función de los retrasos respecto al tratamiento apropiado y a consecuencia del traslado.

En este estudio de clase III se señaló que en la zona metropolitana evaluada los pacientes pediátricos con LCT grave tenían más posibilidades de sobrevivir si eran trasladados inmediatamente a un CTP, más que si eran trasladados inicialmente a algún otro tipo de centro y después acababan siendo trasladados a un CTP.

Potoka et al.²³ realizaron una revisión retrospectiva de las historias clínicas de pacientes de 0 a 16 años de edad tratados en centros traumatológicos pediátricos o del adulto en el Estado de Pennsylvania, entre 1993 y 1997. Se definieron cuatro grupos de pacientes, en función del tipo de centro traumatológico en el que fueron tratados:

CTP centro traumatológico pediátrico (n = 1.077).

CTA-CAN centro traumatológico del adulto con capacidad para atender a niños (n = 909).

CTA centro traumatológico del adulto de nivel I (n = 344).

CTAII centro traumatológico del adulto de nivel II (n = 726).

A pesar de que en este estudio participaron pacientes con LCT de grado leve y moderado, esta evaluación estuvo fundamentada en los pacientes con LCT grave (puntuación GCS de 38). Las variables dependientes fueron la mortalidad, el número de procedimientos quirúrgicos y la mortalidad en los pacientes tratados mediante procedimientos neuroquirúrgicos.

En este estudio no se discutieron los métodos ni los criterios para la remisión y el traslado en el sistema estatal. Se presentaron las distribuciones de la gravedad del traumatismo en función de la Puntuación de gravedad de la lesión (ISS, *Injury Severity Score*) respecto a todo el grupo de que traumatismos, pero no respecto al subgrupo de LCT. Las conclusiones alcanzadas en este estudio de Clase III fueron las siguientes:

1. Los pacientes pediátricos con LCT grave tienen más posibilidades de sobrevivir si son atendidos en un CTP o en un CTA-CAN, en comparación con el hecho de ser atendidos en CTA de niveles I o II.
2. Los pacientes pediátricos con LCT grave en los que son necesarios procedimientos neuroquirúrgicos presentan una probabilidad menor de supervivencia cuando son atendidos en los CTA de nivel II, en comparación con su asistencia en los demás centros.

VI. ASPECTOS CLAVE PARA LA INVESTIGACIÓN FUTURA

Es necesaria la realización de estudios prospectivos y con control de Clases I y II para responder a las cuestiones siguientes:

1. ¿Pueden identificar con precisión los profesionales de los centros de llamadas a los pacientes que sufren LCT a través del interrogatorio de las personas que realizan los avisos?, ¿qué preguntas son clave para determinar cuáles son los recursos mejores necesarios en el escenario?, ¿cómo influyen en la evolución de los pacientes las decisiones que toma el centro de llamadas?
2. ¿Qué instrucciones ofrecidas por el centro de llamadas a las personas que realizan los avisos y que solicitan ayuda de emergencia pueden mejorar la evolución de los pacientes, antes de la llegada de los profesionales asistenciales?
3. ¿Qué influencia tienen las decisiones relativas a la evaluación prehospitalaria, el tratamiento, el traslado y el destino del paciente sobre la evolución de los pacientes con LCT grave?
4. ¿Cómo influye en la evolución el hecho de que los pacientes sean atendidos por sistemas SEM organizados en el contexto de un sistema traumatológico, en comparación con los pacientes que son atendidos por sistemas SEM sin un sistema traumatológico? En estos estudios se deberían evaluar los diferentes niveles formativos de los profesionales del SEM y la preparación de los hospitales, incluyendo la consideración de los diferentes niveles de gravedad de la lesión que presentan los pacientes.

5. ¿Cuál es el impacto del tiempo de traslado sobre la evolución de los pacientes con LCT?, ¿en qué situaciones se debe dejar de lado el hospital más cercano para trasladar al paciente a un centro traumatológico?
6. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para que un hospital pueda atender a pacientes con LCT grave?
7. ¿Cuál es el destino óptimo de los pacientes con una LCT de grado leve a moderado, en lo que se refiere a la evolución del paciente?
8. Qué deberían incluir específicamente las directrices prehospitalarias para el destino de traslado de los pacientes con LCT?, ¿cómo se podrían mantener actualizadas estas directrices a medida que se introducen dispositivos de seguridad nuevos y se realizan modificaciones en el diseño de los vehículos y en otros lugares en los que se producen los traumatismos?

Bibliografía

1. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 2: Trauma systems, pediatric trauma centers, and the neurosurgeon. *Pediatr Crit Care Med.* 2003;4(3 Suppl):S5-8.
2. Bailey ED, O'Connor RE, Ross RW. The use of emergency medical dispatch protocols to reduce the number of inappropriate scene responses made by advanced life support personnel. *Prehosp Emerg Care.* 2000;4(2):186-189.
3. Baxt WG, Moody P. The impact of advanced prehospital emergency care on the mortality of severely brain-injured patients. *J Trauma.* 1987;27(4):365-369.
4. Billittier AJ, Lerner EB, Tucker W, et al. The lay public's expectations of prearrival instructions when dialing 9-1-1. *Prehosp Emerg Care.* 2000;4(3):234-237.
5. Cornwell EE, 3rd, Chang DC, Phillips J, et al. Enhanced trauma program commitment at a level I trauma center: effect on the process and outcome of care. *Arch Surg.* 2003;138(8):838-843.
6. Curka PA, Pepe PE, Ginger VF, et al. Emergency medical services priority dispatch. *Ann Emerg Med.* 1993;22(11):1688-1695.
7. Davis DP, Peay J, Serrano JA, et al. The impact of aeromedical response to patients with moderate to severe traumatic brain injury. *Ann Emerg Med.* 2005;46(2):115-122.
8. Di Bartolomeo 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(11):1293-1300.
9. Esposito TJ, Reed RL, Gamelli RL, et al. Neurosurgical Coverage: Essential, desired, or irrelevant for good patient care and trauma center status. *Ann Surg.* 2005;242(3):364-374.
10. Guss D, Meyer F, Neuman T, et al. The impact of a regionalized trauma system of care in San Diego County. *Ann Emerg Med.* 1989;18:1141-1145.
11. Hannan EL, Farrell LS, Cooper A, et al. Physiologic trauma triage criteria in adult trauma patients: are they effective in saving lives by transporting patients to trauma centers? *J Am Coll Surg.* 2005;200(4):584-592.
12. Heward A, Damiani M, Hartley-Sharpe C. Does the Use of Advanced Medical Priority Dispatch Affect Cardiac Arrest Detection? *Emerg Med J.* 2004;21:115-118.
13. Hunt J, Hill D, Besser M, et al. Outcome of patients with neurotrauma: the effect of a regionalized trauma system. *Aust N Z J Surg.* 1995;65(2):83-86.

14. Johnson D, Krishnamurthy S. Send severely head-injured children to a pediatric trauma center. *Ped Neurosurg*. 1996;25(6):309–14.
15. Lee A, Garner A, Fearnside M, et al. Level of prehospital care and risk of mortality in patients with and without severe blunt head injury. *Injury*. 2003;34(11):815–819.
16. Lerner EB, Moscati RM. The golden hour: scientific fact or medical “urban legend”? *Acad Emerg Med*. 2001;8(7):758–760.
17. Lokkeberg AR, Grimes RM. Assessing the influence of non-treatment variables in a study of outcome from severe head injuries. *J Neurosurg*. 1984;61(2):254–262.
18. Mackenzie EJ, Rivera FP, Jurkovich GJ, et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Eng J Med*. 2006;354(4):366–378.
19. McConnell K, Newgard C, Mullins R, et al. Mortality benefit of transfer to level I versus level II trauma centers for head-injured patients. *Health Services Research*. 2005;40:2:435–457.
20. Neely KW, Eldurkar JA, Drake ME. Do emergency medical services dispatch nature and severity codes agree with paramedic field findings? *Acad Emerg Med*. 2000;7(2):174–180.
21. Norwood S, Fernandez L, England J. The early effects of implementing American College of Surgeons Level II criteria on transfer and survival rates at a rurally based community hospital. *J Trauma*. 1995;39:240–245.
22. Palumbo L, Kubincanek J, Emerman C, et al. Performance of a system to determine EMS dispatch priorities. *Am J Emerg Med*. 1996;14(4):388–390.
23. Potoka D, Schall L, Gardner M, et al. Impact of pediatric trauma centers on mortality in a statewide system. *J Trauma*. 2000;49:237–245.
24. Roberts A. Is Your State Prepared to Respond to Trauma. *Bull Am Coll Surg*. 2003;88(12):13–17.
25. Slovis CM, Carruth TB, Seitz WJ, et al. A priority dispatch system for emergency medical services. *Ann Emerg Med*. 1985;14(11):1055–1060.
26. Trauma ACoSCo. Resources for Optimal Care of the Injured Patients: Chicago: American College of Surgeons; 1999.
27. Wilberger JE, Jr., Harris M, Diamond DL. Acute subdural hematoma: morbidity, mortality, and operative timing. *J Neurosurg*. 1991;74(2):212–218.
28. Seelig JM, Becker DP, Miller JD, et al. Traumatic acute subdural hematoma. Major mortality reduction in comatose patients treated within four hours. *N Engl J Med*. 1981;304:1511–1518.
29. Haselberger K, Pucher R, Auer LM. Prognosis after acute subdural or epidural hemorrhage. *Acta Neurochir*. 1988;90:111–116.
30. Mullins R, Yenum-Stone J, Hedges JR, et al. Influence of a state wide trauma system on the location of hospitalization and outcome of injured patients. *J Trauma*. 1996;40:536–545.

APÉNDICES

APÉNDICE A. MODIFICACIONES EN LAS VALORACIONES DE CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES ENTRE LA PRIMERA Y LA SEGUNDA EDICIÓN

Tema y referencia bibliográfica	Primera edición, 2000	Segunda edición, 2006	Razón para la modificación
Oxigenación y presión arterial			
Chesnut, 1993	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Fearnside, 1993	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Kokoska, 1998	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Marmarou, 1991	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Puntuación GCS			
Sin modificaciones			
Pupilas			
Sin modificaciones			
Vía respiratoria			
Chesnut, 1993	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Stocchetti, 1996	II	III	Epidemiológica descriptiva.
Winchell, 1997	II	III	Falta de control de los factores de confusión y diferencias entre los grupos respecto a los factores pronósticos.
Fluidoterapia			
Vassar, 1993	I	II	Tamaño de la muestra insuficiente; ausencia de análisis de intención de tratar; además, tras la asignación aleatoria fueron excluidos 37 pacientes debido a que no cumplían los criterios de participación.
Wade, 1997	I	III	No quedó claro cuántas de las historias clínicas solicitadas se recibieron. Ausencia del cálculo de la potencia estadística.
Herniación cerebral			
Tema nuevo			
Traslado hospitalario			
Shackford, 1987	II	III	Serie de casos.
Smith, 1990	II	III	Uno de los centros fue excluido por violación del protocolo, aunque los resultados se analizaron con y sin la inclusión de este centro; no quedó claro si el análisis estadístico fue apropiado.
Smith, 1990	II	III	Diferencias al inicio del estudio en la edad de los pacientes con fracturas múltiples; falta de ajuste en el análisis.

APÉNDICE B. BÚSQUEDAS ELECTRÓNICAS DE LA BIBLIOGRAFÍA

Oxigenación y presión arterial

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la cuarta semana de abril de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 término de búsqueda Craniocerebral Trauma/(23.620)
- 2 Emergencies/(7.417)
- 3 término de búsqueda Emergency Medical Services/(23.541)
- 4 término de búsqueda Emergency Medical Technicians/(1.559)
- 5 término de búsqueda Emergency Treatment/(22.567)
- 6 prehospital\$.mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (1.888)
- 7 2 o 3 o 4 o 5 o 6 (49.371)
- 8 1 y 7 (1.217)
- 9 término de búsqueda Blood Pressure/(46.819)
- 10 término de búsqueda HYPOTENSION/(4.630)
- 11 9 o 10 (50.003)
- 12 8 y 11 (75)
- 13 hypotens\$.mp. (14.485)
- 14 8 y 13 (78)
- 15 12 o 14 (111)
- 16 limitación de 15 a estudios sobre personas y estudios en lengua inglesa (76)
- 17 término de búsqueda Ischemia/(108.044)
- 18 término de búsqueda Hypoxia-Ischemia, Brain/(16.340)
- 19 17 o 18 (113.401)
- 20 8 y 19 (45)
- 21 limitación de 20 a estudios sobre personas y estudios en lengua inglesa (32)
- 22 16 o 21 (104)
- 23 sustracción a 22 de 1-104 (104)

Puntuación GCS

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la cuarta semana de abril de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 Término de búsqueda Craniocerebral Trauma/(23.620)
- 2 Emergencies/(7.417)
- 3 término de búsqueda Emergency Medical Services/(23.541)
- 4 término de búsqueda Emergency Medical Technicians/(1.559)

- 5 término de búsqueda Emergency Treatment/(22.567)
- 6 prehospital\$.mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (1.888)
- 7 2 o 3 o 4 o 5 o 6 (49.371)
- 8 1 y 7 (1.217)
- 9 término de búsqueda trauma severity indices/(7.322)
- 10 8 y 9 (302)
- 11 término de búsqueda "sensitivity y specificity"/(138.031)
- 12 10 y 11 (36)
- 13 término de búsqueda "OUTCOME AND PROCESS ASSESSMENT (HEALTH CARE)"/(214.175)
- 14 10 y 13 (102)
- 15 glasgow.mp. (4406)
- 16 8 y 15 (250)
- 17 12 o 14 o 16 (277)
- 18 limitación de 17 a estudios sobre personas y estudios en lengua inglesa (236)
- 19 sustracción a 18 de 1-236 (236)

Pupilas

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la primera semana de mayo de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 término de búsqueda PUPIL DISORDERS/or pupil\$.mp. o término de búsqueda PUPIL/(16.201)
- 2 término de búsqueda Diagnostic Techniques, Ophthalmological/(71.826)
- 3 término de búsqueda Observer Variation/(15.225)
- 4 término de búsqueda "reproducibility of results" / o término de búsqueda "sensitivity y specificity"/(254.752)
- 5 Reference Values/(104.424)
- 6 1 y 2 y (3 o 4 o 5) (204)
- 7 limitación de 6 a estudios sobre personas y estudios en lengua inglesa (171)
- 8 término de búsqueda Craniocerebral Trauma/(74.984)
- 9 1 y 8 y (3 o 4 o 5) (40)
- 10 limitación de 9 a estudios sobre personas y estudios en lengua inglesa (39)
- 11 7 o 10 (208)
- 12 sustracción a 11 de 1-208 (208)

Vía respiratoria

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la cuarta semana de abril de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 término de búsqueda Craniocerebral Trauma/ (23.620)
- 2 Emergencies/(7.417)
- 3 término de búsqueda Emergency Medical Services/(23.541)
- 4 término de búsqueda Emergency Medical Technicians/(1.559)
- 5 término de búsqueda Emergency Treatment/ (22.567)
- 6 prehospital\$.mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (1.888)
- 7 2 o 3 o 4 o 5 o 6 (49.371)
- 8 1 y 7 (1.217)
- 9 término de búsqueda INTUBATION, INTRATRACHEAL/(8.509)
- 10 término de búsqueda PULMONARY VENTILATION/(9.375)
- 11 término de búsqueda Oximetry/(2.715)
- 12 término de búsqueda Capnography/(394)
- 13 hypoxia, brain/(1585)
- 14 término de búsqueda Monitoring, Physiologic/ (33.448)
- 15 término de búsqueda OXYGEN/(28.380)
- 16 término de búsqueda Carbon Dioxide/(12.207)
- 17 14 y (15 o 16) (1436)
- 18 9 o 10 o 11 o 12 o 13 o 14 o 17 (53.965)
- 19 8 y 18 (168)
- 20 limitación de 19 a estudios sobre personas (163)
- 21 limitación de 20 a estudios en lengua inglesa (139)
- 22 sustracción a 21 de 1-139 (139)

Fluidoterapia

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la cuarta semana de abril de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 Término de búsqueda Craniocerebral Trauma/ (23.620)
- 2 Emergencies/(7.417)
- 3 término de búsqueda Emergency Medical Services/(23.541)
- 4 término de búsqueda Emergency Medical Technicians/(1.559)
- 5 término de búsqueda Emergency Treatment/ (22.567)
- 6 prehospital\$.mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (1.888)
- 7 2 o 3 o 4 o 5 o 6 (49.371)

- 8 1 y 7 (1.217)
- 9 (fluid\$ adj2 resuscitat\$).mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (997)
- 10 Fluid Therapy/(3.275)
- 11 término de búsqueda Rehydration Solutions/(458)
- 12 (hypertonic\$ o isotonic\$).mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (7.273)
- 13 9 o 10 o 11 o 12 (10.972)
- 14 8 y 13 (63)
- 15 limitación de 14 a los estudios efectuados sobre personas y estudios en lengua inglesa (40)
- 16 sustracción a 15 de 1-40 (40)

Tratamiento cerebral dirigido

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la primera semana de mayo de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 término de búsqueda Craniocerebral Trauma/ (75.013)
- 2 Emergencies/(26.280)
- 3 término de búsqueda Emergency Medical Services/(50.843)
- 4 término de búsqueda Emergency Medical Technicians/(3.049)
- 5 término de búsqueda Emergency Treatment/ (59.030)
- 6 prehospital\$.mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (3.739)
- 7 2 o 3 o 4 o 5 o 6 (123.681)
- 8 1 y 7 (3.383)
- 9 glucose.mp. o término de búsqueda GLUCOSE/ (256.326)
- 10 mannitol.mp. o término de búsqueda MANNITOL/(13.565)
- 11 término de búsqueda "Hypnotics y Sedatives"/ o término de búsqueda CONSCIOUS SEDATION/(80.142)
- 12 (sedative\$ o sedation\$ o sedate\$).mp. [mp = título, título original, resumen, nombre de la palabra clave, encabezamiento] (31.289)
- 13 analgesis\$.mp. (75.207)
- 14 término de búsqueda ANALGESICS/(318.665)
- 15 lidocaine.mp. o término de búsqueda LIDOCAINE/(19.360)
- 16 término de búsqueda Neuromuscular Blocking Agents/(17.798)
- 17 término de búsqueda Neuromuscular Blockade/ (734)
- 18 término de búsqueda Neuromuscular Junction/ de [Drug Effects] (7.015)
- 19 9 o 10 o 11 o 12 o 13 o 14 o 15 o 16 o 17 or 18 (707.058)

- 20 8 y 19 (256)
- 21 limitación de 20 a los estudios efectuados sobre personas y estudios en lengua inglesa (172)
- 22 sustracción a 21 de 1-172 (172)

Toma de decisiones en el sistema SEM: centro de llamadas, escenario, traslado y destino

Base de datos: Ovid MEDLINE(R) <1996 hasta la cuarta semana de agosto de 2005>

Estrategia de búsqueda:

- 1 (trauma\$ adj3 (system\$ o center\$)).mp. (4.420)
- 2 prehospita\$.mp. (1.974)
- 3 término de búsqueda AMBULANCES/ o ambulance\$.mp. (2.708)

- 4 término de búsqueda "Transportation of Patients"/(3.021)
- 5 triage.mp. o término de búsqueda TRIAGE/(3.501)
- 6 2 o 3 o 4 o 5 (8.536)
- 7 término de búsqueda Craniocerebral Trauma/(24.689)
- 8 ((head o skull o brain o cereb\$) adj3
- 9 7 o 8 (39.874)
- 10 1 y 6 (485)
- 11 limitación de 10 a los estudios publicados en lengua inglesa (455)
- 12 9 y 10 (63)
- 13 limitación de 12 a los estudios publicados en lengua inglesa (59)
- 14 sustracción a 13 de 1-59 (59)

APÉNDICE C. MUESTRAS DE PACIENTES CON CUADROS PATOLÓGICOS DIFERENTES

Criterios para la consideración de un estudio sobre pacientes con LCT y otros procesos patológicos

Si:

- en la muestra evaluada en el estudio hay pacientes con LCT además de pacientes con otros procesos patológicos,
- y no se recogen datos separados respecto a la LCT,
- y los resultados del estudio indican la existencia de un efecto,

no podemos saber si dicho efecto tuvo lugar respecto al grupo de LCT o si fue mayor en el grupo sin LCT o bien inexistente en el grupo de LCT. Por tanto, el grado de confianza respecto a que la intervención evaluada tuviera un efecto sobre la LCT es limitado.

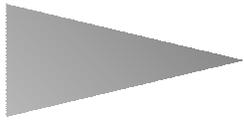
Para incluir un estudio como evidencia en las directrices relativas a un tema son necesarios los criterios siguientes:

1. Tamaño de la muestra > 25 pacientes.
2. Porcentaje de pacientes con LCT del 85% o superior.
3. Los resultados de este estudio nunca se podrían utilizar para recomendar un estándar.
4. Los resultados de este estudio solamente se podrían utilizar para apoyar una recomendación de nivel II o III. Nunca se podrían utilizar para apoyar una recomendación de nivel II si fuera el único estudio existente de Clase II.
5. Si en los resultados del estudio no se indica el porcentaje de pacientes con LCT, sus resultados no se pueden utilizar como evidencia de ningún nivel.

Cuando en una publicación se mezclan los resultados correspondientes a los pacientes pediátricos y los correspondientes a pacientes adultos, se han utilizado las desviaciones media y estándar (si se ofrecen en el estudio) para calcular la proporción de pacientes pediátricos.

APÉNDICE D. RESULTADO DE LA BÚSQUEDA DE LA BIBLIOGRAFÍA

Tema	Publicaciones con texto completo		
	Resúmenes	Pacientes adultos	Pacientes pediátricos
Oxigenación y presión arterial	103	28	53
Puntuación en la Escala del coma de Glasgow	265	105	42
Pupilas	107	24	9
Vía respiratoria, ventilación, oxigenación	139	55	62
Reanimación mediante fluidoterapia	36	15	23
Herniación cerebral	151	69	48
Toma de decisiones en el sistema SEM: centro de llamadas, escenario, traslado y destino	190	39	14



“PATÓGENOS BACTERIANOS EN LAS AMBULANCIAS: RESULTADOS DE UNA RECOGIDA DE MUESTRAS NO ANUNCIADA”

LA PRESENCIA DE PATÓGENOS EN LAS UNIDADES DE SOPORTE VITAL es algo conocido por todos los que trabajamos en este medio y, sin embargo, no siempre suficientemente valorado; baste, en este sentido, comprobar como muchos de nuestros compañeros al finalizar su guardia acuden a sus domicilios con el «traje de faena» utilizado; otro detalle, ¿cuántos de nosotros al finalizar la guardia nos lavamos las manos antes de abandonar el puesto de trabajo?

La lectura de este artículo nos demuestra que «nuestro hábitat» no es muy diferente del hospitalario; la afirmación «al fin y al cabo trabajamos en la calle» no es defendible. Se han aislado patógenos multirresistentes hospitalarios en las ambulancias.

Una encuesta entregada a los trabajadores de SAMUR-Protección Civil (PC) en 1999 reflejó carencias importantes en concepto y hábitos en las 3 categorías profesionales, médicos, enfermeros y técnicos en emergencias, pero también dejó claro deseos de mejora.

A partir de ahí, en el año 2000 se practicó trabajo de campo similar en metodología al artículo que nos ocupa, buscando «puntos negros» de las unidades, es decir los lugares con habitual depósito de nuestras manos enguantadas, lo que puede apreciarse en la primera columna de resultados en la figura 1; y como se suponía el frecuente «olvido» de la limpieza y desinfección de estos lugares por los equipos encargados entonces de la limpieza de las unidades con desinfectantes variados, se practicó impronta tras la limpieza con los resultados que pueden apre-

ciarse en la figura 2. Como la situación se planteó insostenible, se creó un «tren de limpieza» que diferenciaba área sucia de área limpia, y se elaboró un protocolo de limpieza de obligado cumplimiento que ejecutaría una contrata, donde se incluía sistematización de la limpieza y la obligación de usar un único desinfectante de alto nivel. En ambas figuras puede verse en la segunda columna el resultado, con una salvedad, cuando ya estaba implementado el procedimiento se hicieron improntas tras varias jornadas de trabajo, no una única jornada como fue antes de disponer del procedimiento de limpieza.

Puede apreciarse como, cuando fue aplicado por personal específicamente contratado para esta función y se usó un desinfectante de alto nivel, la carga bacteriana se redujo drásticamente, si bien todavía quedaban «puntos negros» por escaso celo en la ejecución del procedimiento por algunos limpiadores.

Posteriormente, se han realizado cursos de formación obligatoria en higiene para todos los trabajadores de SAMUR-PC, de forma que hoy todos los que conformamos SAMUR-PC conocemos cómo ha de limpiarse el material utilizado en un incidente y mostramos nuestra queja cuando, al inicio de la guardia, la unidad no está en idóneas condiciones de limpieza, desde el habitáculo asistencial a la cabina de conducción.

En conclusión, la limpieza y la desinfección programadas de las unidades de soporte vital con un procedimiento validado y por personal específico, así como la formación continuada en higiene de los trabajadores, sin duda constituyen una rentable garantía de seguridad en nuestras intervenciones.

CARGA BACTERIANA EN USVA

G de Buen, Ramírez, Almoncid et al. *Riesgo infec. y profilaxis en USVA*. SEMES. Madrid, 2000
G de Buen, Barneto, Chacón. *Trabajo de campo*. Madrid, 2004

UFC/placa	Antes limpieza no protocolizada	Antes limpieza protocolizada
Suelo	100, 140, 95	65, ↑, ↑
Pared contenedor	14, 3, 5	10, 20, 13
Inmovilizador	13, 31, 19	↑, ↑, 19
Asa camilla	↑, ↑, ↑	85, 3, ↑
Asa maletín	↑, ↑, ↑	0, 120, 26

↑: incontables colonias Tras una jornada Tras varias jornadas

FIGURA 1. Carga bacteriana antes de limpieza de 3 unidades de soporte vital avanzado. UFC: unidades formadoras de colonias

CARGA BACTERIANA EN USVA

G de Buen, Ramírez, Almoncid et al. *Riesgo infec. y profilaxis en USVA*. SEMES. Madrid, 2000
G de Buen, Barneto, Chacón. *Trabajo de campo*. Madrid, 2004

UFC/placa	Tras limpieza no protocolizada	Tras limpieza protocolizada
Suelo	2, 16, 14	0, 0, 2
Pared contenedor	0, 0, 0	0, 0, 0
Inmovilizador	0, 1, 0	0, 100, 6
Asa camilla	1, ↑, ↑	28*, 0, 1
Asa maletín	↑, ↑, ↑	0, 50, 4

↑: incontables colonias Tras una jornada Tras varias jornadas

FIGURA 2. Carga bacteriana tras limpieza de 3 unidades de soporte vital avanzado.

José María García de Buen

División de Guardia. SAMUR-Protección Civil. Ayuntamiento de la Ciudad de Madrid. Madrid. España.

PATÓGENOS BACTERIANOS EN LAS AMBULANCIAS: RESULTADOS DE UNA RECOGIDA DE MUESTRAS NO ANUNCIADA

INTRODUCCIÓN

A pesar de que las precauciones de carácter universal y el uso de equipos desechables reducen los riesgos, tanto para los pacientes como para los profesionales, la ambulancia sigue siendo susceptible de contaminación bacteriana a consecuencia de las secreciones biológicas.

Por otra parte, la propia naturaleza de los servicios de emergencias médicas (SEM) genera una serie de presiones en los profesionales de la asistencia prehospitalaria.

OBJETIVO

Nuestra hipótesis ha sido que en el contexto de los SEM hay una discrepancia entre la expectativa de desinfección por el uso de equipos reutilizables y la que realmente hay en las ambulancias.

MÉTODOS

Se seleccionaron 5 zonas para la obtención de muestras en las ambulancias, en función de su propensión a la presencia de un amplio espectro de bacterias debido al nivel de complejidad necesario para su limpieza y desinfección.

- La palanca de control del regulador del flujo de oxígeno.
- El asiento de pared.
- El botón de transmisión del micrófono de comunicación por radio (en los casos en los que no había un equipo de radio en el compartimiento del paciente, la palanca de liberación de la hebilla del cinturón de seguridad del asiento dirigido hacia la puerta trasera de la ambulancia).ç
- El abridor interior de la puerta del conductor.
- El carril inferior de la puerta deslizante del vehículo o la parte inferior de la puerta batiente más cercana a la cabeza del paciente cuando éste está colocado sobre la camilla.

Para los cultivos se seleccionaron 4 ambulancias de primera respuesta (112). Las tripulaciones no tuvieron conocimiento anticipado del estudio ni del hecho de que se fueran a obtener muestras.

RESULTADOS

- Las muestras obtenidas en 3 de las 4 unidades reguladoras del flujo de oxígeno presentaron contaminación por flora cutánea. La cuarta estaba limpia y en ella no crecieron microorganismos
- En lo relativo a las muestras obtenidas en los asientos de pared, se identificaron 2 colonias 4+ de *Bacillus*. También se identificaron bacilos gramnegativos con resistencia a imipenem, *Stenotrophomonas maltophilia* y un subtipo poco frecuente de *Pseudomonas*.
- Uno de los botones de comunicación de las radios Med-Net no presentó ninguna forma de crecimiento, mientras que en otros 2 solamente crecieron microorganismos del género *Bacillus*.
- En las muestras de 3 de los abridores de la puerta del conductor crecieron microorganismos del género *Bacillus*; en una de ellas también crecieron microorganismos no patogénicos del género *Klebsiella*. En el cuarto abridor crecieron *Staphylococcus epidermidis* y *Streptococcus viridans*.
- En 3 muestras obtenidas del carril inferior de una puerta de deslizamiento o de la parte inferior de una puerta batiente localizada en la proximidad de la cabeza del paciente se obtuvieron colonias correspondientes a microorganismos *S. epidermidis*, *S. viridans* y del género *Bacillus*, en congruencia con la presencia de una contaminación ambiental y con exposición a la flora cutánea normal. En una de las muestras de este tipo no creció ningún microorganismo.

CONCLUSIONES

- Cuatro de los 7 géneros aislados fueron patógenos nosocomiales importantes, y 3 de ellos presentaron patrones de resistencia antibiótica de carácter formidable.
- Todos los microorganismos detectados fueron susceptibles a los agentes desinfectantes utilizados en la actualidad por las agencias de SEM.
- Las líneas futuras que se desarrollen a partir de este estudio deberían establecer una definición más precisa de la flora microbiológica presente en los vehículos utilizados por las agencias de SEM para el traslado de los pacientes.