



DEBATE EN MEDICINA INTENSIVA ASISTENCIA AL PACIENTE TRAUMATIZADO: CENTROS DE TRAUMA VERSUS HOSPITAL GENERAL

Pro Centros de Trauma

E. Alted López

Unidad de Cuidados Intensivos de Trauma, Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 2 de octubre de 2009; aceptado el 18 de noviembre de 2009
Disponible en Internet el 22 de enero de 2010

PALABRAS CLAVE

Enfermedad traumática;
Centros de trauma;
Mortalidad prevenible;
Epidemiología

KEYWORDS

Trauma disease;
Trauma centers;
Preventable mortality;
Epidemiology

Resumen

La enfermedad traumática representa una pandemia en la sociedad actual. En un intento por minimizar su impacto se desarrollan los sistemas de atención al trauma y, como un componente básico, los centros de trauma (CT).

El tratamiento del paciente con trauma grave en los CT se apoya en una evidencia científica moderada con gran cantidad de estudios, pero de débil calidad. Se describe cómo el volumen, la experiencia, la disposición de recursos y otros aspectos consiguen disminuir la mortalidad y conseguir mejoría funcional en los CT en pacientes traumáticos graves.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

Pro Trauma Centers

Abstract

Trauma is a pandemic disease in the current society. In an attempt to minimize its impact, trauma care systems have been developed, the basic component being the Trauma Centers (TC).

Management of the patient with severe trauma in the TC is supported by moderate scientific evidence, with many studies, but of weak quality. It is described how the volume, experience, availability of resources and other aspects are able to decrease mortality and achieve functional improvement in the TC in severe trauma patients.

© 2009 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La enfermedad traumática es causa principal de muerte en todo el mundo. Genera 5 millones de muertes/año. Ciento ochenta y dos millones (12%) de años de vida ajustados en

Correo electrónico: ealted.hdoc@salud.madrid.org

función de la discapacidad perdidos por la enfermedad traumática. Quinientos años de pérdida de productividad anual por cada 100.000 habitantes. Solo por accidente de tráfico hay 1,2 millones de muertos/año y 20–50 millones de lesionados¹.

En España, es la 5.ª causa más frecuente de muerte, según datos del Instituto Nacional de Estadística del año 2005, y es la primera causa en menores de 40 años^{2,3}.

Una de las etiologías más prevalentes son los accidentes de tráfico con 1,3 millones de muertes anualmente en todo el mundo. Cuarenta y cinco millones de personas presentan anualmente incapacidad moderada o grave por lesión no intencional. Actualmente se mide la pérdida en Disability Adjusted Life-Year como días vividos con pérdida de salud. En el año 2004 la OMS detectó que los accidentes de tránsito significaban la 9.ª causa de Disability Adjusted Life-Year, y se estima que para el año 2030 sea la 3.ª causa de muerte en el mundo⁴. Su impacto es mayor en países subdesarrollados o emergentes, y genera al menos el 80–90% de las muertes¹.

Costes

El coste de la enfermedad traumática es muy elevado y existen amplias diferencias entre distintos países. Solo el tráfico genera un coste del 2% del PBI. El 10% del gasto médico total en el año 2000 en EE. UU. se debió a trauma. Taheri estudia el coste del centro de trauma (CT) por estar «preparado» para la llegada no esperada de pacientes, con importante nivel de complejidad y gran consumo de recursos. Este coste supone 237 dólares/h⁵.

La importante magnitud del problema, asociado al impacto en la salud, ha obligado a buscar nuevas formas de minimizar este impacto en morbimortalidad. En este sentido, el Comité de Trauma de la Sociedad Americana de Cirugía (ACSCOT) define una serie de fases para conseguir este objetivo (tabla 1); los sistemas de atención al trauma se desarrollan fundamentalmente en EE. UU.

Sistemas de atención al trauma: perspectiva histórica

Se inician los sistemas de atención al trauma en el año 1966 con el acta de la Academia Nacional de Ciencias y el National Research Council: «Accidental death and disability: The neglected disease of modern society».

Es en 1976 cuando se crea la categorización de hospitales, y la ACSCOT desarrolla criterios para categorizar hospitales

Tabla 1 Fases de mejora de la atención al trauma según ACSCOT

- A) Desarrollo de sistemas de atención al trauma
- B) Aplicación de programas ATLS
- C) Designación y verificación de centros de trauma
- D) Base de datos de registro (NTDB)
- E) Programa de indicadores y calidad (octubre, 2006)

ACSCOT: Comité de Trauma de la Sociedad Americana de Cirugía; ATLS: Advanced Trauma Life Support; NTDB: National Traumatic Data Bank.

según su disponibilidad del cuidado al trauma. Designados por una autoridad y verificados por ACSCOT. Se publican las primeras guías del cuidado del trauma («Optimal hospital resources for the care of the seriously injured»). En 1980 se inician estandarizados y normalizados los cursos de Advanced Trauma Life Support.

En 1987 el ACSCOT instituyó el programa de consulta/verificación, y se integró en el proceso de designación formal de CT⁶.

El ACSCOT define los sistemas de trauma como «un esfuerzo organizado, coordinado en un área geográfica definida, que oferta el mejor rango de cuidados en todos los pacientes traumatizados y está integrado dentro de los sistemas locales de salud». Es un proceso que requiere tiempo. Nathens confirmó la disminución del riesgo de muerte en un 8%, pero se tardó 10 años en conseguirlo⁷.

Los sistemas de atención al trauma más eficaces parecen ser los inclusivos. En estos, dentro del sistema de regionalización se incluyen CT y centros no de trauma⁸ (CNT).

Centros de trauma

Los CT representan un papel clave y fundamental en los sistemas de atención al trauma. Proporcionan liderazgo, dirección, seguridad y control de la calidad. Es fundamental su capacidad para entrenar en Advanced Trauma Life Support, capacidades, protocolos y adherencias a guías. En general, son hospitales más grandes, universitarios y con más especialidades.

Se categorizan según su nivel de complejidad. Los centros con mayores recursos están capacitados para tratar a los pacientes más críticos. Para designar los CT, se necesita una agencia con autoridad legal. La categorización debe ir seguida por la verificación (tabla 2). ¿Quién debe liderar el equipo de atención al trauma? Según el ACSCOT, debe ser un cirujano de trauma o un cirujano general, sin embargo, algunos trabajos, como los de Ahmed o Grossman, demuestran los mismos resultados si el líder es un médico de urgencias con el entrenamiento adecuado^{9,10}. Pascual contesta este artículo e insiste en la necesidad de la posición oficialista del ACSCOT¹¹. Parece claro que se necesita un personal entrenado, y se describen peores resultados cuando este papel lo asume un residente quirúrgico de primeros años¹².

Necesidad de centros de trauma

Ante la dificultad de realizar ensayos clínicos controlados para evaluar la eficiencia de los CT, incluso estudios de cohortes, la evidencia científica se apoya en estudios de mortalidad prevenible, estudios de comparación de base de datos de CT (registros) con bases previamente definidas y estudios poblacionales¹³.

Estudios de mortalidad prevenible: son estudios en los que un panel de expertos valora historiales o autopsias, y su interpretación es difícil. El concepto es subjetivo y poco reproducible, aunque el empleo de Abreviated Injury Scale o Injury Severity Score (ISS) mejora la objetividad. Son estudios de clase III, equivalentes a serie de casos. A partir de estos estudios se desarrollan en la década de 1980 los sistemas de trauma debido a su alto impacto social.

Tabla 2 Niveles de categorización de los centros de trauma

Nivel I: hospital de alta complejidad o terciario. Área urbana. Cuidados óptimos ante cualquier lesión y en cualquier momento. Liderazgo

Programa de educación en trauma y programa de investigación

Volumen mínimo superior a 600–800 pacientes/año con ISS superior a 15

Nivel II: similar pero sin programa de educación e investigación graduada

Nivel III: sólo reanimación, estabilización, cirugía general de urgencias y capacidad de transferencia

Nivel IV: sólo reanimación y transferencia

ISS: Injury Severity Score.

Este tipo de estudios presenta importantes limitaciones, ya que es un panel de expertos quien debe detectar un posible cuidado subóptimo y, por tanto, sujetos a subjetividad. Además, estudios no ciegos no valoran la mortalidad prehospitalaria. Utilizan la medida de la supervivencia hospitalaria como criterio de efectividad; una medida más adecuada es la calidad funcional de vida. Tampoco analizan mortalidad postalta. Hay diferencias en *case-mix* según el lugar en que se realizó el estudio. No existen estudios clase I o II, pero hay sólida evidencia de estudios clase III. En los primeros estudios de este tipo se detecta una mortalidad prevenible en el 30–50%¹⁴.

Registros: estudios de registro hospitalario o de bases de datos regionales. Analizan la mortalidad observada y la comparan con la mortalidad esperada, obtenida del análisis de una base de datos americana, la Major Trauma Outcome Study, pero esta base tiene varias limitaciones que determinan un importante sesgo: es voluntaria, participan fundamentalmente hospitales urbanos de nivel I, se elaboró en la década de 1980 y en determinadas áreas geográficas y determinada población americana, por tanto, puede utilizarse como media nacional pero no mundial. Presenta un 11% de datos incompletos que obliga a excluirlos, y se produce mayor sesgo en la muestra. En una revisión sistemática encuentran 11 artículos, en 8 hay datos comparables y consistentemente demuestran reducción en el riesgo de muerte del 15–20%. Hay problemas adicionales al comparar grupos: variable tiempo, bases de datos estáticas, imposibilidad de estudios clase I, exclusión de pacientes no registrados, etc. En general, son estudios clase III y alguno de cohortes prospectivo de clase II¹⁵.

Estudios poblacionales registran el episodio tanto prehospitalario como hospitalario o tras el alta. Aunque también son estudios de clase III, se pueden definir como clase III alta.

Se describe disminución del 15–20% del riesgo de muerte en los traumas atendidos en CT en 8 de 9 estudios. Se obtiene información de todos los pacientes traumatizados en una región; son resultados más extrapolables y hay menor sesgo poblacional. El problema es que la información obtenida es muy limitada, pues los datos recogidos son escasos. Se basa en certificados de defunción, admisión hospitalaria, alta hospitalaria, etc. Suponen débil a moderada evidencia científica, sin embargo, en EE. UU. poseen gran valor en la toma de decisiones políticas. Hay problemas con algunas exclusiones y con la definición de algunos códigos. Tienen mayor información estadística, pero menor relevancia clínica. En todos los estudios hay disminución de la mortalidad con evidencia débil a moderada¹⁶. En la base

de datos nacional americana NTDB hay un 25% de datos fisiológicos «olvidados», y se sugiere utilizar técnicas de imputación múltiple para aproximar los resultados y evitar tantas «ausencias» (utilización de datos estimados)¹⁷.

Estudios recientes

Nathens observa una importante mejoría en los CT dotados con el llamado «modelo intensivista en UCI». Hay una disminución del riesgo relativo (RR) de muerte (0,78), mayor en CT de nivel I (RR: 0,64)¹⁸. Valora si las diferencias en supervivencia entre CT y CNT pueden deberse a rápida intervención, valoración y disponibilidad de radiología y quirófano. Hay diferencia en la monitorización de la PIC (el 62,1 versus el 25,2%; $p < 0,002$.) También en la mortalidad en las primeras 24 h (el 8,9 versus el 13,5%; $p = 0,04$). Hay otros factores de difícil medida que pueden influir, como mejores cuidados críticos, más experiencia, mejor comunicación interdisciplinaria y mayor adherencia a guías.

Revisión sistemática y metaanálisis de Celso: revisan la bibliografía desde 1966 y detectan 14 artículos válidos para la revisión sistemática. En 8 artículos se comprueba mejoría con disminución de la mortalidad tras implementar el sistema con un OR: 0,85. Esto representa una disminución de la mortalidad del 15%. Son estudios de evidencia moderada¹⁹.

Diamond compara mortalidad prevenible en niños antes y después de la instauración de un sistema de atención al trauma. La mortalidad prevenible en el período 1985–1987 fue del 21%. Repite el estudio en el período 2001–2003, y disminuye la mortalidad prevenible al 7% con una $p < 0,001$ ²⁰. Javochey evalúa el impacto en niños que han tenido un accidente de tráfico mediante seguimiento prospectivo. En centros con tratamiento más intensivo, como PIC en la sala de reanimación, obtienen mejores resultados, probablemente por mayor experiencia (OR: 7,56)²¹.

Diggs estudia el impacto del volumen en los resultados mediante un estudio observacional retrospectivo. Los hospitales de alto volumen tienen una media de ingresos de 950 pacientes/año. Solo el 7% de los centros cumple este requisito, aunque tratan al 60% de lesiones graves. En el 1% de hospitales ingresa el 15% de pacientes. Hay mayor experiencia del grupo²². Liberman estudia a 72.073 pacientes en 59 hospitales; el resultado respecto a mortalidad en nivel I es OR: 0,68 al compararlo con nivel II y III. Hay mejores resultados en mayor volumen. Los componentes que afectan

a la supervivencia son la notificación prehospitalaria (OR: 0,61), la presencia de un programa en el hospital (OR: 0,44) y el ingreso en nivel I (OR: 0,68)²³; lo mismo indica Helling. Si los recursos aumentan, hay mayor grado de adherencia, disponibilidad de recursos, programa de calidad y equipo de atención al trauma²⁴. Según Nathens, la mejoría en la supervivencia se detecta a partir de volúmenes próximos a 650 traumas/año. El volumen tiene un impacto limitado, y es fundamental el entrenamiento del equipo y la disponibilidad y la concentración de recursos⁷.

MacKenzie, en un trabajo clásico, compara la mortalidad en CT versus CNT. Analiza a 1.104 pacientes fallecidos frente a 4.087 pacientes que recibieron el alta. La mortalidad después de ajustes por diferencias en *case-mix* fue menor tanto en la fase aguda como al año del accidente (mortalidad: el 7,6 en CT versus el 9,8% en CNT [RR: 0,8]). Mientras que al año, la mortalidad era del 10,4 versus el 13% (RR: 0,75). Esto sobre todo para lesiones más graves, con Abbreviated Injury Scale superior a 3 y en jóvenes. Los CT tienen mayor volumen de ingresos y presencia de neurocirugía (el 42,1 versus el 16%)²⁵. Cudnik compara los resultados en 18.103 pacientes traumáticos que ingresaron en los 27 CT de Ohio de nivel I y II. Hay mejoría de la supervivencia con un OR: 0,75 en nivel I, resultados que se repiten para ISS superior a 15. En GCS inferior a 9 hay mejor resultado funcional en centros de nivel I. Valora no sólo el volumen, el entrenamiento, las capacidades y la educación, sino también la presencia con inmediata disponibilidad²⁶. Muchos estudios apuntan que mayor volumen produce mejores resultados en diferentes enfermedades²⁷. El volumen disminuye la mortalidad. Parece ser útil el CT para lesiones poco frecuentes que requieren gran experiencia. Asimismo, es útil para lesiones complejas²⁸. Kirkham, en un estudio estadístico sobre *performance* institucional en trauma, observa que aumentos del 10% en el volumen de pacientes generan una disminución de la mortalidad del 2%²⁹. Hass realiza un estudio prospectivo en 2 modelos: lesión penetrante con hipotensión o TCE con efecto masa. El 23,3% de los pacientes muere, pero el RR en CT es 0,61 (mayor en lesión penetrante [RR: 0,43 versus RR: 0,72 en TCE]). Los tiempos medios de radiología, valoración o quirófano son similares, luego debe haber factores más complejos que justifiquen que al menos en estas 2 enfermedades los resultados son claramente mejores³⁰.

Al analizar la mortalidad prevenible en trauma desde revisiones de panel de expertos hasta estudios poblacionales, Chiara describe un descenso en mortalidad del 15–20% tras la instauración de los sistemas y CT. Son estudios clase III de «alta evidencia»³¹.

Koen realiza una revisión sobre los resultados tras la designación de los sistemas de trauma. Son estudios clase III de alta evidencia. Analizan 814 artículos publicados con una mortalidad media del 2,8%. El 1,4% en CT y el 3,2% en CNT³².

Sugrue estudia los errores en CT. La atención por cirujano no de trauma aumenta el nivel de errores con $p < 0,05$. Esto demuestra la importancia del entrenamiento en trauma para mejorar los resultados³³.

En Europa no hay estudios de calidad, con mayor presencia de los cuidados prehospitalarios. El 85% no va a CT, y existen sistemas inclusivos y de alta heterogeneidad. El número de pacientes con ISS > 15 no supera 100–200/año³³.

Atienden urgencias quirúrgicas sin especial énfasis en trauma mayor^{34–36}.

Parece haber mejoría en los resultados tras la implantación de servicios de trauma con disminución de la mortalidad en un 8%, según el trabajo de Ursic. No solo la presencia de CT, sino la creación de un servicio específico de trauma que se ocupa de la atención inicial y hospitalización³⁷ mejoran el resultado. En este mismo sentido apuntan los trabajos de Davis, y confirman que tras la creación de un servicio de trauma, hay disminución de la estancia hospitalaria ($p < 0,0001$), disminución de la mortalidad (el 8,4 versus el 6,1%), disminución de costes y mejora del grado de control y la supervisión³⁸.

Macias estudia el efecto del CT en las lesiones medulares agudas. En CT hay mayor número de admisión de casos y 30 veces más volumen quirúrgico ($p < 0,001$). La parálisis es menor en los CT (OR: 0,67; $p = 0,0001$)³⁹. Jurkovich en un editorial indica que los medulares agudos deben tratarse en un CT⁴⁰. Similares resultados se describen en trauma craneal grave^{41,42}.

Valor añadido de los centros de trauma

Algunos aspectos marginales, pero de gran trascendencia pueden desarrollarse en cualquier hospital de complejidad elevada, pero se ha visto un mayor desarrollo en los CT. En este sentido, podríamos citar la existencia de política de violencia de sexo⁴³, mayor adherencia a guías clínicas⁴⁴ y mayor limitación del esfuerzo terapéutico⁴⁵.

Se describen también mejores resultados en CT en ancianos, fundamentalmente tras caídas^{46,47}.

Disponen de más especialidades quirúrgicas. Las horas de ingreso en un hospital general son distintas a las registradas en el CT, por tanto, existe mayor dificultad para adaptar recursos al volumen de ingresos horarios⁴⁸.

Los efectos negativos del consumo de alcohol y drogas están suficientemente demostrados^{49,50}. Para la verificación y la designación de CT, se requiere un programa de intervención motivacional para la prevención de recidivas en personas que consumen drogas o alcohol. Estos programas obligatorios representan un valor añadido en la prevención de la enfermedad traumática^{51–53}.

Conclusiones

Parece que los CT disminuyen la mortalidad en trauma grave o complejo en aquellas regiones en que están bien implantados. Esta reducción puede llegar a ser del 15–20%. Obviamente la calidad de la evidencia científica es débil, no existen estudios clase I y escasamente clase II, aunque el volumen de estudios de evidencia débil es considerable. Mejoran los resultados en enfermedades relevantes, como trauma craneal grave, lesiones medulares, lesiones penetrantes, lesiones en niños, etc. Posiblemente por una combinación de entrenamiento, disponibilidad de recursos, volumen de pacientes, programas específicos y organización del cuidado en trauma.

Desafortunadamente, la mayoría de los estudios miden mortalidad y no parámetros de calidad funcional; es extremadamente difícil en trauma medir efectividad; no obstante, la evidencia moderada indica su implantación y

desarrollo para mejorar los resultados en trauma y minimizar la diferencia de cuidados interhospitalarios. El trauma grave en hospitales de baja complejidad podría recibir cuidados subóptimos.

Bibliografía

- Soreide K. Epidemiology of mayor trauma. *Br J Surg*. 2009;96:697–8.
- Seguí Gómez M. La enfermedad traumática como problema de salud pública: aspectos epidemiológicos y preventivos. En: Quesada Suescum A, Rabanal Llevot JM, editores. Actualización en el manejo del trauma grave. Madrid: Editorial Ergon; 2006. p. 1–10.
- Gómez de Segura-Nieva JL, Marraco-Boncompote M, Echarr-Sucunza A, Clint-Luise JL, Seguí-Gómez M, Belzunegui-Otano T. Comparison of mortality due to severe multiple trauma in two comprehensive models of emergency care: Atlantic pyrenees (France) and Navarra (Spain). *J Emerg Med*. 2009;37:189–200.
- Aboutares M, Arreola CR, Rodes EB, Mock CHN. Implantación y desarrollo de sistemas de atención en trauma en América Latina. En: Trauma Ferrada T, Rodríguez A, Ivatury R, editores. 2 ed. 2009, Bogotá.
- Taheri PA, Butz DA. The cost of trauma center readiness. *Am J Surg*. 2004;187:7–13.
- Malinoski DJ, Coimbra R, Hoyd DB, Bautista R. Sistemas de trauma en los Estados Unidos. En: Trauma. Ferrada R, Rodríguez A, editores. Bogotá: Distribuna Editorial médica; 2009. pp.1–8.
- Nathens AB, Brunet FP, Maier RV. Development of trauma systems and effect on outcomes after injury. *Lancet*. 2004;363:1794–801.
- Ulter GH, Maier RV, Rivara FP, Mock CN, Jurkovich GJ, Nathens AB. Inclusive trauma systems: Do they improve triage or outcomes of the severely injured? *J Trauma*. 2006;60:529–35.
- Ahmed JM, Tallon JM, Petrie DA. Trauma management outcomes associated with nonsurgeon versus surgeon trauma team leaders. *Ann Emerg Med*. 2007;50:7–12.
- Grossman MD, Portner M, Hoey BA, Stehly ChD, Schwab CW, Stolfus J. Emergency traumatologists as partners in trauma care: The future is now. *J Am Coll Surg*. 2009;208:503–9.
- Pascuale J, Sarani B, Schwab CW. American College of Surgery criteria for surgeon presence at initial trauma resuscitations: Superfluous or necessary? *Ann Emerg Med*. 2007;50:15–7.
- Mains CH, Scarborough K, Bar-Or R, Hawkes A, Huber J, Bourg P, et al. Staff commitment to trauma care improve mortality and length of stay at a level I trauma center. *J Trauma*. 2009;66:1315–20.
- Mann NC, Mullins RJ, MacKenzie EJ, Jurkovich GJ, Mock CHN. Systematic review of published evidence regarding trauma system effectiveness. *J Trauma*. 1999;47:S25–33.
- Hoyt DB. Use of panel study methods. *J Trauma*. 1999;47:S42–3.
- Jurkovich GJ, Mock CHN. Systematic review of trauma system effectiveness based on registry comparisons. *J Trauma*. 1999;47:S46–55.
- Mullins RJ, Mann NC. Population-based research assessing the effectiveness of trauma systems. *J Trauma*. 1999;47:S59–66.
- Glance LG, Osler TM, Mukamed DB, Meredith W, Dick AW. Impact of statistical approaches for handling missing data on trauma center quality. *Ann Surg*. 2009;249:143–8.
- Nathens AB, Rivara FP. The impact of an intensivist-Model ICU on trauma-related mortality. *Ann Surg*. 2006;244:545–54.
- Celso B, Tepas J, Langland-Orban B, Pracht E, Papa L, Lottemberg L, et al. A systematic review and meta-analysis comparing outcome of severity injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. *J Trauma*. 2006;60:371–8.
- Diamond IH, Parkin PC, Wales PW, Bohn D, Kreller MA, Dykes EH, et al. Preventable pediatric trauma deaths in Ontario. A comparative population-based study. *J Trauma*. 2009;66:1189–95.
- Javouhey E, Guérin AC, Martin JC, Floret D, Chiron M. Management of severely injured children in road accidents in France: Impact of the acute care organization on the outcome. *Pediatr Crit Care*. 2009;10:472–8.
- Diggs BS, Mulling RJ, Hedges JR, Arthur M, Newgard CD. Proportion of seriously injured patients admitted to hospitals in the US with a high annual injured patient volume: A metric of regionalized trauma care. *J Am Coll Surg*. 2008;206:212–9.
- Liberman M, Mulder DS, Jurkovich GJ, Sampalis JS. The association between trauma system and trauma center components and outcome in a mature regionalized trauma system. *Surg*. 2005;137:647–58.
- Eastes LS, Norton R, Brand D, Pearson S, Mulling RJ. Outcomes of patients using a tiered trauma response protocol. *J Trauma*. 2001;50:908–13.
- McKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, Nathens AB, Frey KP, Egleston BL, et al. A national evaluation of the effect of trauma-center care on mortality. *N Engl J Med*. 2006;354:366–78.
- Cudnik MT, Newgard CD, Sayre MR, Steinberg SM. Level I versus level II trauma centers: An outcome-based assessment. *J Trauma*. 2009;66:1321–6.
- Halm EA, Loe C, Chassin MR. Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med*. 2002;137:511–20.
- Marcin JP, Romano PS. Impact of between-hospital volume and within-hospital volume on mortality and readmission rates for trauma patients in California. *Crit Care Med*. 2004;32:1477–1483.
- Kirkham JJ, Bovaure O. The use of statistical process control for monitoring institutional performance in trauma care. *J Trauma*. 2008;65:1494–501.
- Hass B, Jurkovich GJ, Wang J, Rivara FP, MacKenzie EJ, Nathens AB. Survival advantage in Trauma centers: Expectations interaction or experience? *J Am Coll Surg*. 2009;208:28–36.
- Chiara O, Cimbanesi S, Pitidis A, Vesconi S. Preventable trauma deaths: From panel review to population-based studies. *W J Emerg Surg*. 2006;1:12–9.
- Sugrue M, Caldwell E, D'Amours S, Crozier J, Wyllie P, Flabouris A, et al. Time for change in injury and trauma care delivery: A trauma death review analysis. *ANZ J Surg*. 2008;78:949–54.
- Koen WW, Lansink DO. Designated trauma systems improve outcome? *Curr Opin Crit Care*. 2007;13:686–90.
- Leppäniemi A. Trauma systems in Europe. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11:576–9.
- Rehn M, Eken T, Krüger AJ, Steen PA, Skaga NO, Lossius HM. Precision of field triage in patients brought to a trauma center introducing trauma, team activation guidelines. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2009;12:1–10.
- Kristiansen T, Soreide K, Ringdal KG, Rehn M, Krüger AJ, Reite A, et al. Trauma systems and early management of severe injuries in Scandinavia: Review of the current state. *Injury*. 2009 doi: 10.1016/j.injury.2009.05.027.
- Ursic C, Curts K, Zou Y, Black D. Improved trauma patient outcomes after implementation of a dedicated trauma admitting service. *Injury*. 2009;40:99–103.
- Davis KA, Cabbad NC, Schuster KM, Kaplan LJ, Carusone C, Leary T, et al. Trauma team oversight improves efficiency of care and augments clinical and economic outcomes. *J Trauma*. 2008;65:1236–44.
- Macias CA, Rosengart MR, Puyana JC, Linde-Zwirble WT, Smith W, Peitzman AB, et al. The effects of trauma center care, admission volume, and surgical volume on paralysis after traumatic spinal cord injury. *Ann Surg*. 2009;249:10–7.
- Jurkovich J. The message is clear: Patients with spinal volume injury should be treated at a trauma center to decrease

- the likelihood of long-term paralysis. *Ann Surg.* 2009;18-9.
41. Härtl R, Gerber LM, Iacono L, Ni Q, Lyons K, Ghajar J. Direct transport within an organized state trauma system reduces mortality in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma.* 2006;60:1250-6.
 42. Capone-Neto A, Rizoli SB. Linking the chain of survival: Trauma as a traditional role model for multisystem trauma and brain injury. *Curr Opin Crit Care.* 2009;15:290-4.
 43. Crandall M, Schwab J, Sheehan K, Esposito T. Illinois trauma centers and intimate partner violence: are we doing our share? *J Interpers Violence.* 2009 Dec;24(12):2096-108. Epub 2009 Jan 28.
 44. Hesdorffer DC, Ghajar J. Marked improvement in adherence to traumatic brain injury guidelines in United States trauma centers. *J Trauma.* 2007;63:841-8.
 45. Cooper Z, Rivara FP, Wang J, MacKenzie EJ, Jurkovich GJ. Withdrawal of life sustaining therapy in injured patients: Variations between trauma centers and nontrauma centers. *J Trauma.* 2009;66:1327-35.
 46. Sampalis JS, Athanson R, Vaillancourt J, Nikolis A, Liberman M, Angelopoulos J, et al. Assessment of mortality in older trauma patients sustaining injuries from falls or motor vehicle collisions treated in regional level I trauma centers. *Ann Surg.* 2009;249:488-95.
 47. Chang DC, Bass RR, Cornvell EE, McKenzie EJ. Undertriage of elderly trauma patients to state-designated trauma centers. *Arch Surg.* 2008;19:776-81.
 48. Vaziri K, Roland JC, Robinson L, Fakhy SM. Optimizing physician staffing and resource allocation: Sine-wave variation in hourly trauma admission volume. *J Trauma.* 2007;62:610-4.
 49. O'Keefe T, Shafi S, Sperry JL, Gentilello LM. The implications of alcohol intoxication and the uniform policy provision on Trauma centers: A national trauma data Bank analysis of minimally injured patients. *J Trauma.* 2009;66:495-8.
 50. Rem J, Mathers C, Popova S, Thavomcharoensap M, Teerawattananon Y, Patra J. Global burden of disease and injury and economic cost attributable to alcohol use and alcohol-use disorders. *Lancet.* 2009;373:2223-33.
 51. Gentilello LM. Alcohol and injury: American College of Surgeons committee on trauma requirements for trauma center intervention. *J Trauma.* 2007;62:S44-5.
 52. Díaz-Contretas MR, Guerrero López F, Herrera-Para L, Pino-Sánchez F, Lara-Rosales R, López-Guarnido O, et al. Incidence of the consumption of toxic substances in severe trauma patients. *Med Intensiva.* 2008;32:222-6.
 53. Fernández-Mondejar E. Alcohol and abuse drugs in trauma pathology. *Med Intensiva.* 2008;32:45-7.