

Cirujano General

Volumen **26**
Volume

Número **2**
Number

Abril-Junio **2004**
April-June

Artículo:

Toracotomía de urgencia: Una revisión crítica

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Asociación Mexicana de Cirugía General, A. C.

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Edigraphic.com

Toracotomía de urgencia: Una revisión crítica

Emergency thoracotomy: a critical evaluation of the technique

Juan A. Asensio* MD FACS, Gloria O'Shanahan MD, Patrizio Petrone MD, David Costa MD, Alvaro Robin-Lersundi MD.

Resumen

Propósito: Análisis de la literatura y del estado actual de la toracotomía de urgencia.

Sede: Hospital Universitario.

Obtención de los datos: Revisión de la literatura, desde las primeras experiencias en su utilización hasta los estudios más recientes en el área (28 referencias).

Resultados: Desde su introducción en la década de los años 60, su uso se ha extendido de forma considerable y forma parte de los protocolos de resucitación en todos los centros de trauma norteamericanos. En 42 series analizadas sobre toracotomía de urgencia se hallaron 7,035 procedimientos, de los cuales sobrevivieron 551 (7.8%) pacientes. Según el mecanismo de lesión, se realizaron 4,482 toracotomías por lesiones penetrantes, sobreviviendo 500 pacientes (11.1%), y 2,193 toracotomías por lesiones contusas, de los cuales sobrevivieron 35 (1.6%). En las 14 series que comunicaban el pronóstico neurológico se registraron 4520 pacientes con 226 sobrevivientes (5%), de los cuales 34 (15%) presentaban secuelas neurológicas. Además, de 1,165 pacientes se encontraron 363 (31.1%) supervivientes de lesiones cardíacas penetrantes. Por último, en cuatro series sobre población pediátrica se hallaron 142 pacientes, de los cuales 57 tuvieron lesiones penetrantes, con una tasa de supervivencia del 12.2%.

Conclusión: La toracotomía de urgencia es una herramienta muy útil para el cirujano de trauma, la que debe ser empleada de forma prudente y juiciosa, y con indicaciones muy estrictas, ya que su uso indiscriminado se asocia con una elevada tasa de mortalidad y morbilidad. A pesar de esto, es una maniobra útil y con frecuencia la última esperanza para mu-

Abstract

Objective: Analysis of the literature on the current status of the Emergency Room thoracotomy.

Setting: University hospital.

Data collection: Review of the literature, from the first experiences in its utilization to the most recent studies in the area.

Results: The Emergency Room thoracotomy is part of the armamentarium of the modern trauma surgeon. Since its introduction in the 60s, its use has become widespread and is now part of the resuscitation protocols in all American Trauma Centers. Forty-two series were analyzed, finding 7,035 procedures, of which 551 (7.8%) patients survived. According to the mechanism of injury, 4,482 thoracotomies were performed for penetrating injuries, 500 (11.1%) patients survived, and 2,193 thoracotomies were performed for blunt trauma, 35 (1.6%) of which survived. Fourteen series reported neurological prognoses: of 4,520 patients who underwent Emergency Room thoracotomy, 226 (5%) survived, and 34 (15%) experienced neurological sequelae and complications. Of the 1,165 patients that underwent Emergency Room thoracotomy for cardiac injuries, 363 (31.1%) survived. Only four series described Emergency Room thoracotomy in the pediatric population; 142 children underwent this procedure, 57 of them were due to penetrating injuries, with a survival rate of 12.2%.

Conclusion: Emergency Room thoracotomy is a valuable tool for the Trauma Surgeon, which must be employed judiciously, and under strict indications. Its misuse may increase morbidity and mortality rates. Emergency Room thoracotomy is still the last hope for many patients that arrive in extreme condi-

Division of Trauma and Critical Care, Department of Surgery, University of Southern California Keck School of Medicine, LAC+USC Medical Center.

Los Angeles, California. USA.

*Miembro Honorario de la Asociación Mexicana de Cirugía General.

Recibido para publicación: 9 de julio de 2003.

Aceptado para publicación: 8 de agosto de 2003.

Correspondencia: Juan A. Asensio, MD FACS. Division of Trauma and Critical Care, Department of Surgery Associated Professor of Surgery. University of Southern California Keck School of Medicine. Senior Attending Surgeon. LAC+USC Medical Center. 1200 North State Street, Room 10-750. Los Angeles CA. 90033-4525. Teléfono: (323) 226-8112. Fax: (323) 226-8116.

E-mail: asensio@hsc.usc.edu

chos pacientes que llegan a los Servicios de Urgencias en condiciones extremas y debe ser practicada por cirujanos apropiadamente entrenados en esta técnica.

Palabras clave: Tórax, toracotomía de urgencia, trauma torácico.

Cir Gen 2004;26: 128-137

Introducción

La toracotomía de urgencia (TU) constituye una herramienta muy valiosa para el cirujano de trauma. Desde su introducción en la década de los años 60, su uso se ha extendido de manera considerable y forma parte de los protocolos de resucitación en todos los centros de trauma norteamericanos, siendo cada vez más frecuente su aplicación en otros países. Debido a los recientes avances que ha experimentado el sistema de asistencia médica extrahospitalaria, un significativo número de pacientes son transportados a los centros de trauma en condiciones vitales extremas, por lo que se debe aplicar esta técnica en un intento de salvar la vida del paciente, aunque este procedimiento debe ser llevado a cabo por cirujanos con experiencia en el manejo de lesiones cardiotorácicas penetrantes. Asimismo, debe tenerse en cuenta el significativo costo asociado con este procedimiento y el peligro potencial que supone la exposición de todo el equipo a posibles vectores infecto-contagiosos, al ser un procedimiento invasivo que requiere una rápida actuación.

Perspectiva histórica

En 1874, Schiff¹ fue el primer autor en describir el concepto de masaje cardíaco. En 1896, Rehn² comunicó el primer caso de reparación de una lesión cardíaca secundaria a una herida por arma blanca en el ventrículo derecho. Seguidamente, en 1897, Duval³ describió la esternotomía media ampliamente usada hasta nuestros días. Posteriormente, la toraco-laparotomía media fue descrita en 1901 por Igelsbrud⁴ como parte de la resucitación de un paciente que sufrió un paro cardíaco post-traumático. En 1906, Spangaro⁴ describió la toracotomía anterolateral izquierda, incisión empleada en la actualidad para abordar la cavidad torácica.

En 1956, Zoll⁵ introdujo el concepto de desfibrilación cardíaca externa, mientras que en 1960 Kouwenhoven¹ describió la resucitación cardiopulmonar convencional. En 1961, Beall⁵ fue el primer autor en proponer que los pacientes que sufriesen un cese de la actividad cardíaca debían ser sometidos de forma inmediata a una toracotomía de urgencia, ya fuese en el Departamento de Urgencias (DU), en la sala de operaciones o en la sala de recuperación y fue el primero en llevar a cabo este procedimiento. En 1966, este mismo autor⁶ fue el primero en proponer el uso de la cardiorrafia en la sala de urgencias.

Objetivos de la toracotomía de emergencia

Los objetivos de la TU son los siguientes: 1. Resucitación de pacientes agónicos con lesiones cardiotorácicas

tions. This procedure must be done by appropriately trained surgeons in the use of this technique.

Key words: Thorax, emergency room thoracotomy, thoracic trauma.

Cir Gen 2004;26: 128-137

penetrantes. 2. Evacuación de sangre y/o coágulos en casos de taponamiento cardíaco. 3. Control de la hemorragia de origen intratorácico. 4. Realización de masaje cardíaco interno, que puede llegar a producir hasta el 60% de la fracción de eyeción normal. 5. Reparación de lesiones cardíacas. 6. Pinzamiento del hilus pulmonar para obtener el control de la hemorragia procedente de los vasos pulmonares centrales y poder prevenir y/o tratar el embolismo pulmonar mediante la aspiración de ambos ventrículos. 7. Pinzamiento de la aorta torácica descendente.

Aspectos fisiológicos

El pinzamiento de la aorta torácica tiene efectos fisiológicos tanto positivos como negativos, mientras que otros aspectos no se conocen aún con exactitud. Los efectos positivos incluyen la preservación y redistribución del volumen sanguíneo restante para perfundir las arterias carótidas y coronarias, la reducción de las pérdidas sanguíneas infradiafragmáticas, el aumento del trabajo ventricular izquierdo y el incremento de la contractilidad miocárdica. Los efectos negativos incluyen la disminución de la perfusión de vísceras abdominales, riñones y médula espinal reduciendo el aporte sanguíneo de estos órganos hasta aproximadamente un 10% del normal, inducción de metabolismo anaerobio, así como hipoxia y acidosis láctica, y un incremento importante de la postcarga impuesta al ventrículo izquierdo. Por último, permanece aún sin aclarar la incidencia y la repercusión de la lesión de reperfusión y la duración máxima del pinzamiento aórtico sin que se produzcan mayores efectos adversos.

Indicaciones

Las indicaciones para el uso de la TU varían considerablemente en la literatura. Estas indicaciones fluctúan desde generales hasta específicas. Esta técnica puede ser usada en diferentes situaciones, incluyendo el traumatismo torácico o toraco-abdominal penetrante, lesiones cardíacas o lesiones vasculares abdominales exanguinantes.

El cirujano de trauma debe tomar la decisión de practicar esta técnica basándose en el mecanismo de lesión, la localización de la misma, así como la presencia o ausencia de ritmo cardíaco. La indicación ideal para la realización de la TU incluye a aquellos pacientes que presentan lesiones penetrantes, especialmente si son de localización precordial, y presentan signos de actividad fisiológica a su llegada al DU como son la reactivi-

dad pupilar, la presencia de ventilación espontánea, la existencia de tensión arterial o ritmo cardíaco. Si el paciente no presenta signos vitales, la decisión de iniciar la TU es más difícil y debe ser realizada teniendo en cuenta los factores anteriormente mencionados, el momento en el que el paciente dejó de presentar signos vitales, así como el tiempo de transporte hasta el centro de trauma.

Las indicaciones para la toracotomía de emergencia pueden dividirse en tres categorías: indicaciones aceptadas, indicaciones relativas o selectivas y aquellas indicaciones que plantean más controversia y que, por lo tanto, son menos comunes.⁷⁻¹¹

A. Indicaciones aceptadas

La indicación más aceptada de la TU incluye a aquellos pacientes que han sufrido una lesión cardíaca penetrante y llegan al centro de trauma después de un tiempo de traslado breve y en los cuales se comprueba la existencia de parámetros fisiológicos (signos vitales), observados o registrados, como pueden ser la reactividad pupilar, la presencia de ventilación espontánea (aunque sea agónica), la existencia de tensión arterial medida u objetivada mediante palpación, la observación de movimientos espontáneos de las extremidades y la actividad eléctrica cardíaca.

Las lesiones cardíacas penetrantes constituyen una de las principales causas de mortalidad debida a la creciente violencia urbana. Asimismo, las progresivas mejoras en el sistema de transporte extrahospitalario han permitido que este tipo de pacientes sean admitidos con más frecuencia en los hospitales y, en muchos casos, en inminente paro cardiopulmonar.

En el estudio prospectivo de trauma cardíaco más grande de la literatura, Asensio¹² analizó un total de 105 pacientes con diagnóstico de traumatismo cardíaco penetrante durante un período de 24 meses. Todos los pacientes fueron resucitados siguiendo los protocolos del Advanced Trauma Life Support (ATLS) del American College of Surgeons.¹³ Las maniobras de resucitación se llevaron a cabo utilizando los protocolos establecidos en nuestro centro de trauma que consisten en la intubación orotraqueal y la administración de grandes volúmenes de cristaloides y sangre a través de sistemas de infusión rápida, e iniciar una TU en pacientes que tienen lesiones torácicas penetrantes, ya que éste es el subgrupo que presenta mejores tasas de sobrevida.

En ese estudio, en 68 pacientes (65%) la lesión cardíaca fue causada por armas de fuego y 37 (35%) sufrieron heridas por arma blanca. Los valores medios obtenidos aplicando los índices del Revised Trauma Score (RTS) fue de 2.33, el Injury Severity Score (ISS) de 36.3, el Glasgow Coma Scale (GCS) de 6.6 y el Cardiovascular-Respiratory Score (CVRS) fue de 3.5, lo que demostró una población muy grave de pacientes. El CVRS incluye las variables relacionadas con el sistema cardiovascular del Trauma Score como son: la tensión arterial, la frecuencia respiratoria, el trabajo respiratorio y el llenado capilar, oscilando entre 0 y 11. La indicación principal para la realización

de la toracotomía de urgencia fue la presencia de paro cardiopulmonar asociado a una lesión penetrante en la región precordial.

De los 105 pacientes incluidos en el estudio mencionado, sobrevivieron 35, lo que corresponde a una tasa de sobrevida del 33%. Los pacientes a los que se les realizó la TU en el DU presentaron una tasa de mortalidad del 86%, mientras que en los que se realizó esta técnica en la sala de operaciones la mortalidad fue significativamente menor (26.5%). La tasa de mortalidad en pacientes con exsanguinación fue del 90%, y en aquellos pacientes en los que no se logró restaurar un ritmo cardíaco sinusal fue del 88%. La presencia de taponamiento pericárdico no se asoció de forma significativa como un factor predictivo de mal pronóstico, ya que en aquellos pacientes que presentaron esta lesión se encontró una tasa de mortalidad del 66%, en comparación con 71% de pacientes que no lo presentaron. Por otra parte, la necesidad de realizar el pinzamiento aórtico fue estadísticamente un factor de mal pronóstico, ya que 49 de los 55 pacientes (89%) que fueron sometidos a esta técnica fallecieron, mientras que solamente 20 de los 49 pacientes (41%) en los que no se realizó esta maniobra fallecieron. El ventrículo derecho fue la cavidad más afectada con un total de 39 casos (37%), seguido por el ventrículo izquierdo en 26 pacientes (24%), la combinación de ambos ventrículos ocurrió en 10 (9%) y, finalmente, la aurícula derecha con ocho (8%). Las lesiones del ventrículo derecho conllevaron una mortalidad del 49% en comparación con el 77% producido por lesiones del ventrículo izquierdo. La presencia de lesiones en múltiples cámaras es predictiva de mal pronóstico con una mortalidad del 97%.

Utilizando la clasificación de la American Association for the Surgery of Trauma-Organ Injury Scale (AAST-OIS) para las lesiones cardíacas,¹⁴ (**Cuadro I**) el 94% de nuestros pacientes se incluyeron dentro de los grados IV-VI. De los 35 pacientes sobrevidos, siete (20%) presentaron complicaciones post-operatorias incluyendo tres casos de encefalopatía anóxica, que presentaban un GCS de 3 a su ingreso, dos casos de sangrado postoperatorio, y un caso de neumonía nosocomial y de abstinencia alcohólica, respectivamente.

Como conclusión, podríamos señalar que los parámetros fisiológicos predictivos de pronóstico en este tipo de traumatismos son: el mecanismo de lesión, causada por arma de fuego o arma blanca, los parámetros relacionados con la toracotomía como el sitio donde se realizó la misma (DU o sala de operaciones), la presencia de exsanguinación y de paro cardíaco y, por último, los hallazgos intraoperatorios y maniobras realizadas durante la TU como la existencia de ritmo sinusal en el momento de la apertura del pericardio o su restauración posterior, la obtención de una presión arterial adecuada, el sangrado activo y la necesidad de pinzamiento aórtico. Estos factores pueden ser usados para seleccionar a los pacien-

Cuadro I.

Clasificación de la American Association for the Surgery of Trauma-Organ Injury Scale: Lesiones cardíacas.¹⁴

Grado ^a	Descripción de la lesión
I	Trauma cardíaco contuso con alteraciones electrocardiográficas menores (cambios inespecíficos en la onda T o en el segmento ST, ESV, EV o taquicardia sinusal persistente). Lesión pericárdica contusa o penetrante sin lesión cardíaca subyacente, taponamiento pericárdico o herniación cardíaca.
II	Trauma cardíaco contuso con bloqueo cardíaco (bloqueo de rama derecha o izquierda, hemibloqueo anterior izquierdo o bloqueo auriculoventricular) o cambios isquémicos electrocardiográficos (depresión del segmento ST o inversión de la onda T) sin falla cardíaca asociada. Lesión cardíaca penetrante tangencial al endocardio sin afectar al mismo, sin taponamiento cardíaco.
III	Trauma cardíaco contuso con EV sostenidas (>5/min) o multifocales. Lesión cardíaca contusa o penetrante con ruptura septal IV, IP o IT, disfunción de músculos papilares, u oclusión arterial coronaria distal sin falla cardíaca. Laceración pericárdica contusa con herniación cardíaca. Trauma cardíaco contuso asociado a falla cardíaca. Lesión cardíaca penetrante tangencial al endocardio sin afectar al mismo con taponamiento cardíaco asociado.
IV	Lesión cardíaca contusa o penetrante con ruptura del septo IV, IP o IT, disfunción de músculos papilares, u oclusión arterial coronaria distal asociada a falla cardíaca. Lesión cardíaca contusa o penetrante asociado a IAO o IM.
V	Lesión cardíaca contusa o penetrante con afectación del VD, AD o AI. Lesión cardíaca contusa o penetrante con oclusión arterial coronaria proximal. Lesión cardíaca contusa o penetrante con perforación del VI.
VI	Lesión compleja con < 50% de pérdida de masa de VD, AD o AI. Avulsión contusa del corazón; lesión penetrante produciendo >50% de pérdida de masa de una de las cámaras cardíacas.

ESV: Extrasístole supraventricular. EV: Extrasístole ventricular. IV: Intraventricular. IP: Insuficiencia valvular pulmonar. IT: Insuficiencia valvular tricuspidea. IAO: Insuficiencia valvular aórtica. IM: Insuficiencia valvular mitral. VD: Ventrículo derecho. AD: Aurícula derecha. AI: Aurícula izquierda. VI: Ventrículo izquierdo.

^a Avanzar un grado en las lesiones penetrantes múltiples de una misma cámara o en lesiones que afecten a más de una cámara.

tes que deben ser incluidos en los protocolos de resucitación que empleen técnicas agresivas. Por último, para mejorar los resultados obtenidos con la aplicación de esta técnica es fundamental la correcta organización de los servicios de trauma así como la instauración de protocolos de resucitación.

B. Indicaciones relativas o selectivas

Este grupo incluye dos indicaciones diferentes: 1. Pacientes con lesiones torácicas penetrantes aunque sin afectación cardíaca. En ciertas situaciones es difícil predecir a priori qué pacientes con trauma torácico penetrante albergan lesiones cardíacas, por lo que esta técnica puede emplearse como medio de diagnóstico. En este tipo de pacientes las tasas de sobrevida son mucho más bajas. 2. Pacientes con lesiones vasculares abdominales exanguinantes. En estos casos, este procedimiento debe acompañarse de la reparación definitiva de las lesiones abdominales, asociándose también con una baja tasa de sobrevida.

C. Indicaciones infrecuentes

La TU puede llevarse a cabo, de forma extraordinaria, en aquellos pacientes con paro cardiopulmonar debido a traumatismos contusos. En este grupo, la tasa de sobrevida es muy baja y conlleva un mal pronóstico neurológico, por lo que debe limitarse estrictamente a aquellos pacientes que llegan al DU aún con signos vitales y que posteriormente sufren un paro cardiopulmonar.

Aunque la TU se describió originalmente en los traumatismos torácicos penetrantes, su uso se extendió rápidamente en el manejo del paciente politraumatizado grave. Posteriormente, tras analizar los pobres resultados obtenidos con esta técnica en este tipo de pacientes muchos autores comenzaron a cuestionar su utilidad en el traumatismo contuso. Así, en 1982, Bodai¹⁵ y colaboradores revisaron de forma retrospectiva 38 casos de toracotomía de urgencia en víctimas de traumatismo contuso sin encontrar ningún sobreviviente entre los mismos, por lo que estos autores proponían abandonar este procedimiento en aquellos pacientes con traumatismo contuso que llegaban al DU sin signos objetivos de vida. Posteriormente, se han confirmado estas bajas tasas de sobrevida que, en series más recientes, oscila entre el 1 y el 2%.¹

En 1996, Brown y colaboradores¹⁶ analizaron un total de 160 TU donde encontraron 11 pacientes que sufrieron traumatismos contusos, entre los cuales no se halló ningún sobreviviente, con una tasa de sobrevida, excluyendo a estos pacientes, del 2.7%. Con-

Cuadro II.
Algoritmo para la realización de la toracotomía de urgencia.

Operador	Cirujano bien entrenado en la técnica.
Evaluación inicial y resucitación	Intubación orotraqueal. Canalización de acceso venoso. Infusión rápida de fluidos.
Posición	Decúbito supino con elevación del brazo izquierdo.
Incisión	Anterolateral izquierda en el 5º espacio intercostal desde la unión esternocostal hasta el músculo dorsal ancho.
Procedimiento	Sección de los músculos intercostales. Apertura de la pleura. Colocación de un separador de Finochietto. Realización de masaje cardíaco abierto. Elevación medial del pulmón. Localización y disección de la aorta descendente. Pinzamiento aórtico con pinza de Craoord-DeBakey.
Lesión cardíaca presente	Apertura del pericardio longitudinalmente preservando el nervio frénico. Evacuar coágulos. Reparar la lesión cardíaca (sutura de Halsted con Prolene 2-0). Pinzamiento del hilio pulmonar con pinzas de Craoord-DeBakey.
Sangrado activo del hilio pulmonar	Pinzamiento del hilio pulmonar con pinzas de Craoord-DeBakey.
Laceración pulmonar	Pinzamiento con pinzas de Duval.
Lesión asociada de la cavidad torácica derecha	Extensión de la incisión hacia el lado contralateral. Sección del esternón. Transformación en una toracotomía bilateral.
Sospecha de embolismo aéreo (aire en venas coronarias)	Aspiración de ambos ventrículos.
Miscelánea	Ligar las arterias mamarias internas. Administración de epinefrina sistémica o intraventricular. Desfibrilación cardíaca interna con 10-50 Julios. Colocación de marcapasos transitorio. Transporte inmediato a la sala de operaciones tras la resucitación.

secuentemente, estos autores no recomiendan aplicar este procedimiento en este tipo de pacientes. Ladd y colaboradores,¹⁷ en un análisis posterior tras la aplicación de dichas recomendaciones, encontraron una tasa similar a la previa.

Técnica

La TU debe ser llevada a cabo por cirujanos entrenados en la realización de este procedimiento. Esta técnica debe hacerse de forma simultánea a una valoración inicial y resucitación del paciente, adhiriéndose estrictamente a los protocolos del Advanced Trauma Life Support (ATLS) del American College of Surgeons.¹³ Así, se requiere la intubación endotraqueal inmediata junto con la obtención de un acceso venoso que permita la rápida infusión de fluidos (**Cuadro II**).⁷⁻¹¹

La cavidad torácica se aborda vía toracotomía anterolateral izquierda o incisión de Spangaro. Esta incisión es también de elección en pacientes sometidos a una laparotomía que sufren un deterioro hemodinámico en el transcurso de la misma, secundario a lesiones cardíacas no sospechadas en un primer momento. La toracotomía anterolateral puede después ampliarse hacia el esternón extendiéndose a una toracotomía bilateral si las lesiones afectan también el hemitórax derecho. Asimismo, este abordaje es de elección en aquellos pa-

cientes con lesiones transmediastínicas e inestables hemodinámicamente, ya que permite la visualización completa del mediastino y ambas cavidades torácicas. Es importante tener en cuenta que en esta maniobra se seccionan ambas arterias mamarias internas que deben ser ligadas al finalizar el procedimiento.^{4,7-9,11,18-20}

La incisión se realiza comenzando en el borde lateral izquierdo de la unión esternocostal a nivel del 5º espacio intercostal y continuando lateralmente hasta el músculo dorsal ancho. En las mujeres, el seno izquierdo debe ser desplazado en dirección cefálica. Posteriormente, la incisión comienza en la piel y se profundiza a través del tejido subcutáneo y el músculo serrato anterior hasta la musculatura intercostal, seccionando las tres capas de estos músculos con tijeras de Metzenbaum o Brown. Tras esto, se procede a la apertura pleural. Ocasionalmente, pueden seccionarse el 4º ó 5º cartílago intercostal izquierdo, lo que proporciona una mejor exposición. Posteriormente, se coloca el separador de Finochietto para separar las costillas. Inmediatamente después de la apertura de la cavidad hemitorácica, el cirujano debe evaluar la extensión de la hemorragia presente en el hemitórax izquierdo. El hallazgo de una hemorragia exsanguinante secundaria a la pérdida completa del volumen intravascular del paciente es un indicador de mal pronóstico.^{7,8} A continuación, se eleva el pulmón

medialmente para localizar la aorta torácica descendente a su entrada en el abdomen a través del hiato aórtico. La aorta debe palparse para comprobar el estado del volumen sanguíneo restante en su interior. Asimismo, puede hacerse un pinzamiento manual de la misma comprimiéndola contra los cuerpos vertebrales torácicos hasta poder realizar un pinzamiento definitivo. Previamente al pinzamiento de la aorta torácica descendente, debe realizarse una disección, tanto instrumental como roma de los bordes superior e inferior de la misma que permita rodearla entre los dedos pulgar e índice y colocar una pinza de Craoord-DeBakey. En ocasiones, puede ser difícil la diferenciación entre la aorta torácica y el esófago, que se encuentra situado inmediatamente superior a la misma, por lo que una sonda nasogástrica puede servir de guía para su localización.⁹

Inmediatamente después se inspecciona el pericardio y las posibles lesiones cardíacas. Posteriormente, se lleva a cabo una incisión vertical en el pericardio que se extiende longitudinalmente, preservando la integridad del nervio frénico. La apertura del pericardio puede ser difícil por encontrarse sumamente tenso, por lo que se debe tener especial cuidado de no lesionar el epicardio subyacente, recomendándose sujetar el pericardio con pinzas de Allis, realizar una incisión de 1 ó 2 cm y, posteriormente, completar su apertura con tijeras de Metzenbaum.¹¹

Después de la apertura del pericardio se evacua la sangre y/o coágulos que puedan existir en el mismo. Posteriormente, se realiza una cuidadosa inspección del corazón para comprobar la presencia o ausencia de lesiones en el mismo. Si se identifica una lesión penetrante se debe controlar la hemorragia aplicando presión digital sobre la misma. Es importante la estimación del trayecto del agente lesional con el fin de identificar lesiones asociadas, así como evaluar la cantidad de sangre restante dentro de las cavidades cardíacas. El hallazgo de un corazón flácido, sin ninguna capacidad de eyección, las arterias coronarias vacías y la presencia de aire en las venas coronarias, son factores predictivos de mal pronóstico. Si se sospecha embolismo aéreo deben aspirarse ambos ventrículos.¹⁸⁻²⁰

El control digital de las lesiones ventriculares penetrantes permite disminuir la pérdida sanguínea mientras se procede a su sutura. Recomendamos el empleo de suturas monofilamento como el polipropileno (Prolene®) 2-0 y el uso de suturas tipo Halsted para la reparación de estas lesiones. Las laceraciones auriculares pueden ser controladas mediante la colocación de una pinza vascular, como la pinza de Satinsky, antes de la reparación definitiva. Si la laceración cardíaca es extensa, puede intentarse el taponamiento temporal utilizando un catéter de Foley para el control de la hemorragia mientras se realiza la cardiorrafía definitiva o se transporta al paciente de forma urgente a la sala de operaciones.²⁰⁻²²

En nuestra experiencia, no debe intentarse la reparación cardíaca con material bioprotésico en el DU, como el politetrafluoroetileno expandido (Teflón®), aunque éste puede usarse en la sala de operaciones si existe daño miocárdico extenso, como puede ocurrir en las lesiones

cardíacas complejas o por arma de fuego. Asimismo, no recomendamos el empleo de las engrapadoras de piel para la oclusión temporal de las laceraciones cardíacas, ya que no consiguen un control efectivo de la hemorragia, pueden extender el defecto cardíaco original y su posterior eliminación puede ser difícil.²³⁻²⁴

El masaje cardíaco abierto después de la reparación definitiva de la lesión cardíaca es más efectivo y produce un volumen de eyección mayor. La reparación correcta de las lesiones cardíacas se caracteriza por el cese de la hemorragia, llenado progresivo de las cavidades cardíacas, recuperación del ritmo cardíaco y restablecimiento de un flujo pulsátil en la aorta torácica descendente. Por ello, a menudo se requiere la combinación de medidas farmacológicas y desfibrilación directa utilizando de 10 a 50 julios. Si no se obtiene un ritmo sinusal estable tras estas medidas, el pronóstico empeora de forma significativa. En ocasiones, tras conseguir un ritmo sinusal, puede no observarse un bombeo de sangre eficaz ni detectarse pulso en la aorta descendente. En estos casos, puede colocarse un marcapasos transitorio que ayude a incrementar la fracción de eyección, aunque en nuestra experiencia esta medida es fútil en la mayoría de los casos.²⁵

La muerte miocárdica sobreviene por dilatación progresiva del ventrículo derecho junto con disminución de la contractilidad, posteriormente ocurre este mismo proceso en el ventrículo izquierdo. En los pacientes que sobreviven a este procedimiento, el pericardio no debe suturarse, ya que su cierre puede resultar en una herniación cardíaca de consecuencias catastróficas, con deterioro del llenado y de la fracción de eyección ventricular al crearse un compromiso cardíaco restrictivo.²⁶

Si se halla una lesión pulmonar con hemorragia activa puede ser necesario el pinzamiento del hilio pulmonar con una pinza de Craoord-DeBakey. El objetivo de esta maniobra es detener la hemorragia y prevenir la aparición de embolismo aéreo en la circulación sistémica. Sin embargo, esta técnica impone un importante aumento de la postcarga del ventrículo derecho. Frecuentemente, el corazón acidótico e isquémico no tolera estas maniobras y puede ocurrir fibrilación ventricular y paro cardíaco, por lo que se recomienda el despinzamiento secuencial del hilio pulmonar tan pronto como sea posible, así como control simultáneo de la hemorragia procedente de los vasos pulmonares intraparenquimatosos. Cuando se detecta una laceración pulmonar debe intentarse su pinzamiento con una pinza de Duval. Por último, si se encuentra alguna lesión en el hemitórax contralateral, debe procederse a la sección del esternón para convertir la toracotomía anterolateral izquierda en una toracotomía bilateral.²⁷

Además de todas las medidas anteriormente descritas, es importante llevar a cabo una resucitación agresiva mediante la administración de fluidos tibios y epinefrina tanto vía sistémica como intraventricular. Si el paciente se recupera debe trasladarse de inmediato a la sala de operaciones para proceder a la reparación definitiva de las lesiones.⁷

Estado actual de la toracotomía de urgencia

En la literatura existen numerosas series que describen el uso de la TU, aunque hay dificultad en la interpretación de los resultados, ya que la mayoría se basan en revisiones retrospectivas y de instituciones con poca experiencia en esta técnica. Aunque muchas series han tratado de seleccionar variables fisiológicas que podrían predecir el pronóstico, no existen variables estadísticamente validadas. Por ello, quedan pendientes aún mu-

chas preguntas entre las cuales se destacan: 1. ¿Qué pacientes deben ser candidatos para este procedimiento? 2. ¿Existen variables fisiológicas prospectivamente validadas que puedan identificar de forma segura y exacta a aquellos pacientes que se beneficiarían del empleo de esta técnica? 3. ¿Cuáles son las verdaderas tasas de sobrevivencia de este procedimiento? 4. De los pacientes que sobreviven, ¿qué porcentaje presenta graves secuelas neurológicas o permanece en estado ve-

Cuadro III.
Toracotomía de urgencia.²⁸

Autor principal	Año	Tipo de estudio	Sobrevivientes/total TE	Sobrevivientes/		
				Secuelas neurológicas (n)	Trauma penetrante	Sobrevivientes/ Trauma contuso
Mattox	1974	R	11/106	0	8/87	3/19
McDonald	1978	R	3/28	0	3/26	0/2
Moore	1979	R	12/146	4	11/98	1/48
Baker	1980	R	32/168	2	31/108	1/60
Harnar	1981	R	5/64	0	-	-
Ivatry	1981	R	8/22	1	8/22	-
Flynn	1982	R	4/33	0	4/13	0/20
Bodai	1982	R	0/38	0	-	0/38
Rohman	1983	R	24/91	0	24/91	-
Vij	1983	R	5/63	1	5/57	0/6
Cogbill	1983	R	16/400	4	15/205	1/195
Shimazu	1983	R	6/267	2	4/50	4/217
Danne	1984	R	10/89	1	10/60	0/29
Tavares	1984	R	21/37	0	21/37	-
Washington	1984	R	6/23	0	6/23	0
Washington	1985	R	8/55	0	8/55	-
Brantigan	1985	R	6/32	1	6/32	-
Feliciano	1986	R	28/335	1	25/280	3/53
Roberge	1986	R	7/44	0	7/44	-
Schwab	1986	R	14/51	0	14/36	0/15
Moreno	1986	R	4/69	0	4/69	-
Ordog	1987	R	6/80	1	5/64	2/16
Demetriades	1987	R	5/73	0	5/73	-
Baxter	1988	R	29/632	0	22/313	7/319
Clevenger	1988	R	3/72	0	3/41	0/31
Hoyt	1989	R	33/113	0	33/74	0/39
Mandal	1989	R	7/23	0	-	0
Esposito	1991	R	2/112	1	1/24	1/88
Ivatry	1991	R	16/163	0	16/134	0/29
Lewis	1991	R	8/45	0	8/32	0/13
Durham	1992	R	32/389	0	32/318	0/69
Lorenz	1992	R	41/424	4	37/231	3/193
Blake	1992	R	5/22	0	5/22	-
Boyd	1992	R	2/28	0	2/11	0/17
Milham	1993	R	13/290	4	13/290	-
Mazzorana	1994	R	10/273	0	10/252	0/21
Velmahos	1995	R	43/855	0	42/679	1/176
Jahangiri	1996	R	1/16	0	1/4	0/12
Brown	1996	R	4/160	0	4/149	0/11
Bleetman	1996	R	8/25	0	8/24	0/1
Branney	1998	R	41/868	7	33/483	8/385
Asensio	1998	P	6/215	0	6/167	0/48

TU: Toracotomía de urgencia. P: Prospectivo. R: Retrospectivo.

Cuadro IV.
Toracotomía de urgencia en lesiones cardíacas.²⁸

Autor principal	Año	Tipo de estudio	Sobrevivientes/total	Sobrevivientes/lesiones penetrantes
Boyd	1965	R	0/0	17/25
Beall	1966	R	3/16	42/197
Sauer	1967	R	12/0	12/13
Sugg	1968	R	0/0	63/459
Yao	1968	R	0/0	61/80
Steichen	1971	R	7/21	35/58
Beall	1971	R	29/52	42/66
Borja	1971	R	0/0	24/145
Carraquilla	1972	R	8/30	20/245
Beall	1972	R	0/0	67/269
Bolanowski	1973	R	0/0	33/44
Trinkle	1974	R	0/0	38/45
Mattox	1974	R	25/37	31/62
Harvey	1975	R	0/0	22/28
Symbas	1976	R	0/0	50/98
Beach	1976	R	0/4	26/34
Asfaw	1977	R	0/0	277/323
Sherman	1978	R	32/41	37/92
Trinkle	1978	R	0/0	89/100
Evans	1979	R	0/4	29/46
Breaux	1979	R	39/44	78/197
Mandal	1979	R	/38	26/55
Gervin	1982	R	4/21	4/21
Demetriades	1983	R	2/16	40/125
Demetriades	1984	R	1/11	/45
Tavares	1984	R	21/37	64
Feliciano	1984	R	5/15	3/2
Mattox	1985	R	50/119	204
Demetrades	1986	R	1/18	70
Moreno	1986	R	4/69	100
Ivatury	1987	R	28/91	-
Jebara	1989	R	4/17	-
Attar	1991	R	21/55	-
Knott-Craig	1992	R	5/13	-
Buchman	1992	R	1/2	23
Benyan	1992	R	1/13	-
Macho	1993	R	12/24	-
Mitchell	1993	R	7/47	-
Kaplan	1993	R	2/23	
Henderson	1994	R	6/122	215
Coimbra	1995	R	0/20	
Arreola-Risa	1995	R	11/40	
Karmy-Jones	1997	R	3/6	16
Rhee	1998	R	15/58	41/96
Asensio	1998	P	6/37	6/37
Asensio	1998	P	10/71	10/71

En los casos de trauma contuso no se encontraron sobrevivientes. TU: Toracotomía de urgencia. P: Prospectivo. R: Retrospectivo.

getativo persistente? 5. ¿Cómo puede garantizarse que los cirujanos que realicen esta técnica estén suficientemente calificados?

Debido a esta falta de consenso, Asensio et al²⁸, junto con el grupo de trabajo *ad Hoc* del Subcommitee on Outcomes del American College of Surgeons-Commit-

tee on Trauma (ACS-COT) han llevado a cabo recientemente una revisión basada en la evidencia actual con el fin de realizar una guía para el manejo de la TU.

En esta revisión, los estudios referidos a esta técnica fueron clasificados en tres categorías. La Clase I incluía estudios prospectivos, aleatorios y controlados, que

Cuadro V.
Toracotomía de urgencia en niños.²⁸

Autor principal	Año	Tipo de estudio	Sobrevivientes/ Total	Sobrevivientes/ trauma penetrante	Sobrevivientes/ trauma contuso
Beaver	1987	R	0/17	0/2	0/15
Powell	1988	R	5/19	4/11	1/8
Rothenberg	1989	R	3/83	2/36	1/47
Sheikh	1993	R	1/23	1/8	0/15

TU: Toracotomía de urgencias. R: Retrospectivo.

son considerados como el estándar de oro. En esta categoría se encontraron estudios con escaso número de pacientes y con defectos importantes en su diseño metodológico, lo que no permite obtener datos estadísticamente significativos. Los estudios pertenecientes a la Clase II incluían estudios cuyos datos fueron obtenidos de forma prospectiva y analizados de forma retrospectiva. Así, se ubicaron en esta categoría 29 estudios, ya sean observacionales, estudios de cohorte, estudios de prevalencia o estudios de caso y control. Finalmente, en la Clase III se incluyeron series clínicas, bases de datos, revisiones de casos, casos clínicos y opiniones de expertos, con un total de 63 estudios.

El análisis posterior se subdividió en aquellas series que aportaban datos sobre la TU, aquellas que comunicaban los resultados sobre el pronóstico neurológico, aquellas que analizaban exclusivamente los pacientes con lesiones cardíacas penetrantes y, por último, un análisis de esta técnica en la población pediátrica.

Así, se encontraron 42 series sobre TU, con 7035 procedimientos y un total de 551 pacientes sobrevivientes, lo que resultó en una tasa de sobrevida del 7.8% (**Cuadro III**). Al ajustar los datos según el mecanismo de lesión, se obtuvieron 4482 toracotomías por lesiones penetrantes de las cuales sobrevivieron 500 pacientes (11.1%). Por último, se registraron 2193 toracotomías realizadas en casos de traumatismos contusos de los cuales sobrevivieron tan sólo 35 pacientes, para una tasa de supervivencia del 1.6%.

Por otra parte, en las 14 series que comunicaban el pronóstico neurológico de los pacientes operados mediante esta técnica, se registraron un total de 4520 pacientes con 226 sobrevivientes, lo que da una tasa de sobrevida del 5%, de los cuales 34 (15%) presentaban secuelas neurológicas. Al analizar la TU realizada en pacientes con lesión cardíaca penetrante, se encontraron 363 pacientes sobrevivientes de un total de 1165, con una tasa de sobrevida del 31.1% (**Cuadro IV**). Por último, sólo se encontraron cuatro series que analizaban los resultados de la TU en la población pediátrica con un total de 142 pacientes, 57 de los cuales fueron víctimas de traumatismos penetrantes, con una tasa de sobrevida del 12.2% (**Cuadro V**).

Tras el análisis de estos datos los autores han realizado las siguientes recomendaciones:

La indicación más aceptada implica la realización de una TU en aquellos pacientes que han sufrido una le-

sión cardíaca penetrante, que llegan al centro de trauma después de un tiempo de traslado breve y en los cuales existen aún parámetros fisiológicos, observados o registrados, como pueden ser: reactividad pupilar, ventilación espontánea (aunque sea agónica), tensión arterial, movimientos espontáneos de las extremidades y actividad eléctrica cardíaca.

La TU puede ser llevada a cabo en pacientes con lesiones torácicas penetrantes, sin afectación cardíaca. En ciertas situaciones es difícil predecir *a priori* que pacientes con trauma torácico tienen afectación cardíaca o no, por lo que esta técnica puede emplearse como medio de diagnóstico. En este tipo de pacientes las tasas de sobrevida son más bajas.

En los pacientes con lesiones vasculares abdominales exanguinantes, este procedimiento debe acompañarse de la reparación definitiva de las lesiones abdominales, aunque se asocia con tasas de sobrevida bajas, por lo que se recomienda una selección de pacientes muy estricta.

La TU puede llevarse a cabo de forma extraordinaria en aquellos pacientes con paro cardiopulmonar secundario a un traumatismo contuso, ya que en este tipo de pacientes la tasa de sobrevida es baja y conlleva mal pronóstico neurológico, por lo que debe limitarse estrictamente a aquellos pacientes que llegan al DU aún con signos vitales y sufren un paro cardiopulmonar presenciado.

Para la población pediátrica se aplican las recomendaciones anteriores.

Asensio⁸ ha realizado el único estudio prospectivo existente en la literatura sobre TU, con el objetivo de analizar la futilidad de la utilización liberal de esta técnica. En este estudio se incluyeron durante dos años todos los pacientes que sufrieron un paro cardiopulmonar postraumático y se realizó una revisión exhaustiva de las variables fisiológicas en el lugar del traumatismo, durante el transporte y a la admisión en el DU, incluyendo el CVRS, así como del mecanismo y localización anatómica de la lesión y la recuperación de la presión arterial tras las maniobras de resucitación. Se incluyeron un total de 215 pacientes de los cuales, 48 (22%) sufrieron un traumatismo contuso y 167 (78%) un traumatismo penetrante. De estos últimos, 146 pacientes (87%) presentaron heridas por arma de fuego y 21 (13%) heridas por arma blanca. El ISS medio fue de 42, el RTS medio de 0.6 y el CVRS medio de 1. La duración media de las maniobras de resucitación fue de 12 minutos. En el DU fallecieron 162 pacientes (75%) y 53 pacientes (25%)

sobrevivieron durante una hora tras la realización de la TU. La sobrevida global en esta serie fue del 3%, y dentro del grupo de traumatismo penetrante fue del 10%.

Así, se compararon tres grupos de pacientes: 1) pacientes fallecidos en el DU durante la realización de la TU con los pacientes que fallecieron una hora después de la misma, se encontró que todos los parámetros fisiológicos fueron factores de pronóstico predictivos estadísticamente significativos; 2) pacientes que sobrevivieron una hora tras la TU frente a los pacientes sobrevivientes de todo el grupo, no se encontró ningún parámetro fisiológico predictivo de pronóstico, mientras que sí lo fueron la duración de la reanimación cardiopulmonar, el mecanismo de lesión penetrante y la existencia de exsanguinación, mientras que el CVRS mostraba tendencia hacia la significación estadística y, 3) pacientes fallecidos frente a aquellos pacientes que sobrevivieron, la restauración de la presión arterial fue un factor predictivo de pronóstico.

Conclusión

Los parámetros fisiológicos y el CVRS son factores predictivos de pronóstico y, apoyados en esto, el 75% de los pacientes podrían ser excluidos de forma segura, lo que supondría un ahorro de, aproximadamente, medio millón de dólares. La TU debe ser limitada a aquellos pacientes que sufren lesiones cardíacas penetrantes y, de forma excepcional, a aquellos pacientes con lesiones vasculares periféricas penetrantes. No debería realizarse en los casos de trauma contuso.

Así pues, la toracotomía de urgencia continúa siendo una herramienta útil para el cirujano de trauma, pero debe ser empleada de forma prudente y juiciosa, y con indicaciones muy estrictas, ya que su uso de forma indiscriminada se asocia a una elevada tasa de mortalidad y morbilidad, sobre todo en forma de graves secuelas neurológicas. A pesar de estos riesgos, es una maniobra útil y con frecuencia la última esperanza para muchos pacientes que llegan a los Servicios de Urgencias en condiciones extremas.

Referencias

1. Biffl WL, Moore EE, Harken AH. Emergency Department Thoracotomy. In: Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE, (Eds). *Trauma*. Fourth Edition. New York, NY. McGrawHill, 2000: 245-259.
2. Rehn L. Ueber Penetrerende Herzwunden und Herznaht. *Arch Klin Chir* 1897; 55: 315. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technique of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
3. Duval P. Le incision median thoraco-laparotomy: Bull Et Mem Soc De Chir De Paris 1907, xxxiii, 15. As quoted by Ballana C. Bradshaw lecture. The surgery of the heart. *Lancet* 1920; CXCVIII: 73-9.
4. Spangaro S. Sulla tecnica da seguire negli interventi chirurgici per ferite del cuore e su di un nuovo processo di toracotomia. *Clinica Chir Milan* 1906, xiv, 227. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technique of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
5. Beall AC, Oschner JL, Morris GC. Penetrating wounds of the heart. *J Trauma* 1961; 1: 195-207.
6. Beall AC Jr, Diethrich EB, Crawford HW, Cooley DA, De Bakey ME. Surgical management of penetrating cardiac injuries. *Am J Surg* 1966; 112: 686-92.
7. Asensio JA, Tsai KJ. Emergency Department Thoracotomy. In: Demetriades D, Asensio JA (Eds). *Trauma Management*. Georgetown, TX. Landes Bioscience 2000: 271-279.
8. Asensio JA, Hanpeter D, Demetriades D. *The futility of liberal utilization of emergency department thoracotomy*. A prospective study. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the American Association for the Surgery of Trauma. Baltimore, MD. September 1998: 210.
9. Asensio JA, Hanpeter D, Gomez H. Exsanguination. In: Shoemaker W, Ayres S, Grenvik A, Holbrook P (Eds). *Textbook of Critical Care*. Fourth Edition. Philadelphia, PA. W.B. Saunders Co, 2000, 37-47.
10. Asensio JA, McDuffie L, Petrone P, Roldan G, Forno W, Gambaro E, et al: Reliable variables in the exsanguinated patient which indicate damage control and predict outcome. *Am J Surg* 2001; 182: 743-51.
11. Asensio JA, Hanpeter D, Gomez H. Thoracic Injuries. In: Shoemaker W, Ayres S, Grenvik A, Holbrook P (Eds). *Textbook of Critical Care*. Fourth Edition. Philadelphia, PA. W.B. Saunders Co, 2000, 337-48.
12. Asensio JA, Berne JD, Demetriades D, Chan L, Murray J, Falabella A, et al. One hundred five penetrating cardiac injuries: a 2-year prospective evaluation. *J Trauma* 1998; 44: 1073-82.
13. American College of Surgeons, Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support Manual. Chicago, IL, 1997.
14. Moore EE, Malangoni MA, Cogbill TH, Shackford SR, Champion HR, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling IV: Thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma* 1994; 36: 299-300.
15. Bodai BI, Smith JP, Blaisdell FW. The role of emergency thoracotomy in blunt trauma. *J Trauma* 1982; 22: 487-91.
16. Brown SE, Gomez GA, Jacobson LE, Scherer T 3rd, McMillan RA. Penetrating chest trauma: should indications for emergency room thoracotomy be limited? *Am Surg* 1996; 62: 530-3; discussion 533-4.
17. Ladd AP, Gomez GA, Jacobson LE, Broadie TA, Scherer LR 3rd, Soltokin KC. Emergency room thoracotomy: updated guidelines for a level I trauma center. *Am Surg* 2002; 68: 421-4.
18. Asensio JA, Murray J, Demetriades D, Berne J, Cronwell E, Velmahos G, et al. Penetrating cardiac injuries: a prospective study of variables predicting outcomes. *J Am Coll Surg* 1998; 186: 24-34.
19. Asensio JA, Stewaart BM, Murray J, Fox AH, Falabella A, Gomez H, et al. Penetrating cardiac injuries. *Surg Clin North Am* 1996; 76: 685-724.
20. Buckman RF Jr, Badellino MM, Mauro LH, Asensio JA, Caputo C, Gass J, et al. Penetrating cardiac wounds: prospective study of factors influencing initial resuscitation. *J Trauma* 1993; 34: 717-25; discussion 725-7.
21. Mattox KL, Espada R, Beall AC. Performing thoracotomy in the emergency center. *J Amer Coll Emerg Phys* 1974; 3: 12-7.
22. Beall AC, Morris GC, Cooley DA. Temporary cardiopulmonary bypass in the management of penetrating wounds of the heart. *Surgery* 1962; 52: 330-7.
23. Boyd TF, Strieder JW. Immediate surgery for traumatic heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1965; 50: 305-15.
24. Sugg WL, Rea WJ, Ecker RR, Webb WR, Rose EF, Show RR. Penetrating wounds of the heart. An analysis of 459 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968; 56: 531-45.
25. Beall AC Jr, Gasior RM, Bricker DL. Gunshot wounds of the heart: Changing patterns of surgical management. *Ann Thorac Surg* 1971; 11: 523-31.
26. Steichen FM, Dargan EL, Efron G, Pearlman DM, Weil PH. A graded approach to the management of penetrating wounds of the heart. *Arch Surg* 1971; 103: 574-80.
27. Mattox KL, Beall AC Jr, Jordan GL Jr, De Bakey ME. Cardiorrhaphy in the emergency center. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974; 68: 886-95.
28. Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons. Committee on Trauma. Practice management guidelines for emergency department thoracotomy. *J Am Coll Surg* 2001; 193: 303-9.