



# Lesiones cardiacas penetrantes. Una revisión desde sus orígenes históricos hasta las últimas fronteras en el nuevo milenio. Parte I

*Penetrating cardiac lesions. A review from its historic origins to the last frontiers of the new millennium*

Juan A Asensio MD, FACS,  
José J. Ceballos MD,  
Walter Forno MD,  
Esteban Gambaro MD,  
Santiago Chahwan MD,  
Jason Marengo MD,  
David Hanpeter MD,  
Demetrios Demetriades MD, PhD, FACS

## Resumen

**Objetivo:** Describir los aspectos en el manejo de las lesiones cardíacas, desde su historia hasta las últimas vertientes del pensamiento quirúrgico y su influencia en el manejo de las mismas.

**Diseño:** Revisión y selección de 89 referencias bibliográficas.

**Sede:** Hospital de tercer nivel de atención, universitario. Nivel I de Colegio Americano de Cirujanos.

**Resultados:** Desde el inicio de la humanidad, hasta la primera reparación con éxito (supervivencia) de una herida cardíaca, por Rehn, a finales del siglo XIX en Alemania, hecho que marcó el inicio de la cirugía cardíaca, pasaron miles de años. El propósito de este trabajo es realizar un recorrido a lo largo de la historia del manejo de estas lesiones, desde las primeras importantes descripciones de las exanguinantes y siempre mortales lesiones cardíacas, aparecidas en la Ilíada, hasta una detallada enumeración de los signos y síntomas que nos lleva-

## Abstract

**Objective:** To describe the diverse aspects involved in the management of cardiac lesions, since the beginning until the latest advances in surgery and their influence.

**Design:** Review and selection of 89 bibliographic references.

**Setting:** Third level health care university hospital American College of Surgeons. Level I.

**Results:** Thousands of years elapsed from the beginning of humanity until the first successful repair (survival) of a cardiac lesion, by Rehn, at the end of the XIX century in Germany, the cornerstone of cardiac surgery. The purpose of this paper is to make a journey along the history of cardiac injury management, from the first relevant descriptions of bleeding and always fatal cardiac lesions in Homer's Iliad, with establish a detailed list of signs and symptoms that will lead us to current diagnoses as well as to the newest evalua-

---

Division of Trauma and Critical Care. Department of Surgery, University of Southern California LAC + USC Medical Center, Los Angeles, California. USA.

Recibido para publicación: 9 de junio de 1999

Aceptado para publicación: 9 de julio de 1999

Correspondencia: Juan A. Asensio, MD, FACS. División of Trauma and Critical Care. Department of Surgery. University of Southern California School of Medicine. And the Los Angeles County/USC Medical Center 1200 N. State Street, Room 10-750, Los Angeles California 90033-4525. Phone: (323) 226-8112, Fax: (323) 226-8116, E-mail:asensio@hsc.usc.edu

rán, hoy en día, a crear un diagnóstico de certeza, o de sospecha; y en estos casos, los métodos de evaluación más actuales, como la realización de una ventana pericárdica subxifoidea (descrita por primera vez por Larrey) o una ecografía bidireccional (método no invasor de primera elección en los centros de trauma), las indicaciones de cada método, su realización y la interpretación de los resultados obtenidos. Los autores, en las puertas del nuevo milenio, pretenden realizar una extensa revisión sobre el tema, a la vez rendir un homenaje a todos los autores, a lo largo de la historia, que han aportado su esfuerzo y conocimiento, para que hoy la cirugía cardiaca sea una realidad. Los autores aportan su experiencia en el manejo de estas lesiones.

**Palabras clave:** Historia de la medicina antigua, historia de la medicina del siglo XV al XX, corazón, cirugía cardiaca.

**Cir Gen 2000;22:81-91**

## Introducción

El corazón, órgano sin igual, tan constante y vital en su función incansable, pero muy sensible una vez que se trastornan sus ritmos musicales. Ningún otro órgano ha sido capaz de inspirar a tantos talentos en la creación de sus grandes obras.

El propósito de este artículo es describir en detalle todos los aspectos en el manejo de las lesiones cardíacas, desde su historia hasta las últimas vertientes del pensamiento quirúrgico y su influencia en el manejo de las mismas.

## Perspectiva histórica

Las primeras descripciones de lesiones cardíacas aparecieron en la Iliada, que contiene referencias específicas a la exsanguinación como causa de muerte y de cuerpos extraños intracardiacos. En la muerte de Sarpedon<sup>1</sup> describe un episodio de hemorragia exsanguinante por una lesión cardíaca. En la Iliada<sup>2</sup> se registra el impulso cardíaco transmitido a través de una lanza que había penetrado el corazón de Alcatoo: "El héroe Idomeneo lo atravesó en medio del pecho con la lanza...y cayó al suelo estrepitosamente con la lanza fija en el corazón que, como aún latía, hacia que ésta se sacudiera por el otro extremo". En el Papiro de Edwin,<sup>3</sup> escrito hacia el año 3000 antes de Cristo, pueden encontrarse otras descripciones iniciales de heridas penetrantes del tórax.

La historia de las heridas cardíacas puede ser clasificada en tres períodos según Beck<sup>4</sup> El período del misticismo, que se extiende hasta el siglo XVII, constituye el primero de ellos. Durante el mismo, las heridas de corazón se consideraban uniformemente mortales. El segundo período se inició en 1882 y culminó con el período de las suturas. Fue el período de observación y experimentación. Hipócrates<sup>5</sup> mencionó que todas las

lesiones cardíacas eran mortales. Numerosos autores como Ovidio,<sup>6</sup> Celso,<sup>7</sup> Plinio el Viejo,<sup>8</sup> Aristóteles<sup>9</sup> y Galeno<sup>10</sup> estaban de acuerdo en considerar que este tipo de heridas eran necesariamente mortales. Aristóteles aseveró: "Por si solo el corazón, entre todas las vísceras, no puede soportar una lesión grave. Esto es de esperarse porque, cuando se destruye la fuente principal de la fuerza (el corazón), no hay ninguna ayuda que pueda ofrecerse a los otros órganos que dependen de él." Galeno describió que cuando los gladiadores sufrían lesiones cardíacas todos morían.

Paulus Aegineta<sup>11</sup> describió poéticamente el drenaje del taponamiento pericárdico. "Cuando se hiere el corazón, el arma se encuentra en lado izquierdo del tórax y parece no hallarse en su cavidad, sino fija en otro cuerpo, y a veces se acompaña de un movimiento pulsátil; se produce descarga de sangre oscura si logra encontrar salida, frialdad, sudores y desfallecimiento, y la muerte sobreviene en corto plazo." Falopio<sup>12</sup> describió la diferencia entre las lesiones cardíacas ventriculares derechas e izquierdas. "Las heridas del ventrículo derecho se pueden distinguir de las del izquierdo; de las primeras sale sangre negra, y de las segundas sangre roja".

Paré<sup>13</sup> describió las lesiones cardíacas y sus signos de la siguiente manera: "Por estos signos es posible reconocer que el corazón está lesionado, si sale una gran cantidad de sangre por la herida, si el temblor se ve en todos los miembros del cuerpo, si el latido del pulso es débil y fugaz, si el color de la piel se vuelve pálido, si la víctima es presa de sudores y desmayos frecuentes y sus partes acras se vuelven frías, la muerte está cerca" Este mismo autor<sup>14</sup> también describió en su obra maestra Apología y Tratado el pronóstico de varias lesiones, incluyendo las de corazón. Además, describió los hallazgos de la autopsia de una

**Key words:** History of ancient medicine, history of medicine from the XV to the XX Centuries, cardiac surgery.

**Cir Gen 2000;22:81-91**

herida cardíaca por arma blanca.<sup>15</sup> “En Turin vi a un caballero que luchó con otro que le propinó una estocada bajo la mama izquierda que penetró en el corazón. No cesó, sino que atravesó a su enemigo con muchas estocadas y luego huyó. El primero lo persiguió unos 200 pasos, y por último cayó muerto.” En la necropsia describió: “encontré una herida en el corazón de tamaño suficiente para colocar un dedo en ella y una gran cantidad de sangre sobre el diafragma”.

Fabricius<sup>16</sup> y Boerhaave<sup>17</sup> compartían la frustración en el intento de tratar cualquiera de estas lesiones. Este periodo, en donde se aceptaba la muerte después de toda lesión cardíaca, dio luz al periodo de la observación, en donde se define, basados en la creencia, que todas las lesiones cardíacas eran fatales. Holerio<sup>18</sup> fue el primero que propuso que las lesiones cardíacas podrían ser curadas, y que no todas eran necesariamente mortales. Wolf,<sup>19</sup> en 1642, fue el primero en describir una herida cardíaca cicatrizada.

Senac<sup>20</sup> concluyó, en 1749, que todas las lesiones cardíacas eran serias, aunque una herida penetrante puede cicatrizar y no ser mortal. Veinte años después, Morgagni<sup>21</sup> hizo una observación clásica que atrajo la atención de los médicos acerca del peligro que entrañaba la compresión cardíaca como consecuencia de un hemopericardio. Observó que la punción de una arteria coronaria sobre la superficie cardíaca podía ocasionar una hemorragia en el saco pericárdico.

Larrey,<sup>22</sup> en 1810, describió el caso de un hombre de 30 años que se autolesionó con una herida penetrante en el tórax izquierdo: “La herida había pasado a través del quinto espacio intercostal y el cuchillo se encontraba todavía incrustado cuando llegó el paciente al hospital.” También describió la presentación clínica clásica del taponamiento pericárdico: “tenía un pulso acelerado y gran disnea. La sangría produjo cierta mejoría.” El paciente solicitaba que le abrieran su pecho o que le durmieran. Se intervino a los 45 días de la lesión, y describió la intervención como: “...una incisión a través de la piel y el tejido celular sobre el quinto espacio intercostal a nivel del pezón, prolongada en profundidad con cuidado hasta palpar al pericardio. Con el dedo índice izquierdo sobre el pericardio como guía, se hizo una incisión sobre el pericardio con el bisturí, se insertó el dedo y se palpó el ápex cardíaco. Escapó por lo menos un litro de sangre y algunos coágulos. En diez días, la herida estaba cicatrizada y los síntomas desaparecieron. Se reabrieron las heridas con una sonda y drenaron 4 onzas de pus. La mejoría fue clara. La muerte ocurrió 68 días después de la lesión y 23 después de la operación. Necropsia: mediastinopericarditis supurativa”.

El mismo Larrey<sup>22</sup> describió el acceso quirúrgico para llegar al pericardio: “En un derrame pericárdico debe efectuarse la intervención en el punto más declive del saco formado por esa membrana, y ese punto, que se puede denominar sitio de elección, y que corresponde a la zona comprendida entre el lado izquierdo de la base del apéndice xifoides y la confluencia de los cartílagos izquierdos séptimo y octa-

vo. En este espacio celular triangular puede efectuarse con toda confianza una incisión oblicua desde la unión del séptimo cartílago costal con el esternón a lo largo de su borde inferior, hasta llegar al extremo del octavo cartílago costal, que está unido estrechamente por tejidos fibrosos al séptimo cartílago costal. En esta incisión, que secciona algunas fibras de la primera digitación de los músculos recto y oblicuo externo, se incluye el tejido fibroso laminar que se continúa con el que se llama pseudocapa del peritoneo, cuya apertura permite visualizar el pericardio, que aparece en el espacio intercostal entre las dos primeras digitaciones del diafragma. Con la punta del bisturí hacia arriba y desde la derecha hacia la izquierda, se puede entrar al pericardio sin abrir el peritoneo. Se efectúa una pequeña incisión en el borde inferior del diafragma en donde está adherido a la cara posterior del séptimo cartílago costal sin peligro de lesionar ningún vaso importante en esa zona. Esta operación, por otro lado fácil de hacer, es de todas ellas la más segura de efectuar”.

Larrey<sup>22</sup> anotó: “El paciente debe colocarse sentado en el borde de la cama, y contar con algo sobre lo que inclinarse, ya que es en esta posición perpendicular, en la que el borde inferior del pericardio está más inclinado hacia adelante, siendo más accesible.” En 1829, Larrey<sup>23</sup> informó de un caso que manejó colocando una sonda a través de una herida por arma blanca en el tórax. Se obtuvieron tres jarras de líquido del color del vino tinto después de pasar el catéter. A continuación se pasó una sonda en la misma dirección, y se obtuvieron otras cuatro jarras de líquido semejante. Segun Larrey<sup>23</sup>, éste fue el primer caso de tratamiento de lesión pericárdica de la cual logró recuperarse el enfermo.

Durante la primera mitad del siglo XIX existieron otras maniobras terapéuticas para el tratamiento de las heridas cardíacas como fueron, dejar el paciente en reposo absoluto, la venodisección, defendida por Dupuytren,<sup>24</sup> y el uso de sondas a modo de drenajes a través de las propias heridas.

Jobert,<sup>25</sup> en 1839, determinó que la esperanza de vida de una lesión cardíaca se relaciona con la cantidad de sangre perdida y particularmente con la cantidad de sangre contenida en el pericardio. Observó que la sangre retenida en el pericardio, comprime el corazón e impide su acción cardíaca hasta que declina finalmente. Este periodo también se caracterizó por la aparición de múltiples publicaciones de casos en la literatura. Por primera vez, se intentó tabular estos datos, estudiando y analizando sus presentaciones clínicas y los hallazgos post mortem. Purple,<sup>26</sup> en 1850, recopiló un total de 42 casos. Fischer,<sup>27</sup> en 1868, fue capaz de agrupar 452 casos con una supervivencia de 10%.

Billroth,<sup>28</sup> en 1875, expresó su punto de vista con respecto a las lesiones cardíacas. “La pericardiocentesis es una operación la cual, en mi opinión se aproxima mucho a lo que algunos cirujanos denominarían la prostitución del acto quirúrgico y otras

*locuras.*" No importando las palabras de una figura tan poderosa, Roberts,<sup>29</sup> en 1881, expresó la posibilidad de que se pudieran suturar las lesiones cardíacas, pero él no lo intentó.

El periodo de sutura comenzó en 1882 con los experimentos en animales por Block.<sup>30</sup> Utilizando un modelo experimental de herida cardíaca en conejos, realizaba la sutura de las mismas con buenos resultados. Con sus resultados sugirió que podían aplicarse las mismas técnicas al ser humano. Billroth,<sup>31</sup> una vez más, por razones desconocidas, proclamó su oposición a la reparación de las lesiones cardíacas. En 1883, Billroth<sup>32</sup> en una reunión científica quirúrgica dijo: "*El cirujano que intente reparar una lesión cardíaca debe de perder el respeto de sus colegas.*" Otro enunciado famoso de este autor fue: "*No se permita a hombre alguno operar el corazón.*"

Riedinger,<sup>33</sup> en 1888, escribió "*Difícilmente merece atención la sugerencia de suturar una herida cardíaca, aunque se haga con toda seriedad.*" Dos años más tarde de Paget,<sup>34</sup> en su clásico volumen titulado "*La cirugía del tórax*", dedica un capítulo entero al manejo de lesiones cardíacas, pero inicia el mismo con un enunciado fatalista, afirmando que si bien se ha propuesto suturar las heridas cardíacas, esto solamente ha sido realizado en animales de experimentación. Del Vecchio<sup>35</sup> demostró, en un modelo experimental canino, el proceso de cicatrización quirúrgico de las heridas cardíacas.

El primer intento de reparar una lesión cardíaca en seres humanos fue hecho por Cappelen,<sup>36</sup> el 4 de septiembre de 1896 en Noruega (Christiania). Reparó una laceración del ventrículo izquierdo y ligó el extremo distal de la arteria coronaria descendente anterior izquierda. Pero el paciente no sobrevivió. Tres meses antes, Farina<sup>37</sup> había realizado sin éxito la sutura del ventrículo izquierdo y hubo que esperar hasta el 9 de septiembre del mismo año para que Rehn,<sup>38</sup> en Frankfurt, Alemania, reparara con éxito una herida del ventrículo derecho sobreviviendo el paciente. Este acontecimiento marcó el inicio de la cirugía cardíaca, y la explosión de técnicas en el manejo de estas lesiones. Duval<sup>39</sup> describió la esternotomía media que conocemos hoy en día y, en 1897, la toracolaparotomía mediana.

Para superar la incapacidad de drenar y de mantener la presión negativa intratorácica tras abrir la cavidad torácica, surgieron diferentes técnicas quirúrgicas para el acceso al corazón. Fontan,<sup>40</sup> en 1900, en Francia, propuso el colgajo cuadrangular con bisagra externa que abarcaba de dos a cinco cartílagos.

En 1902, Hill,<sup>41</sup> de Montgomery, Alabama, fue el primer cirujano norteamericano que suturó con éxito una lesión cardíaca, del ventrículo izquierdo. Este caso fue notable porque la operación se efectuó bajo luces de lámparas de queroseno y sobre una mesa de cocina. No obstante, Dalton,<sup>42</sup> de St. Louis, en septiembre de 1891 había reparado una herida del pericardio con buenos resultados y dos años más tarde, Williams<sup>43</sup> también había reparado con éxito una laceración del pericardio en Chicago. Sin embargo estos resultados no fueron publicados hasta mucho más tarde.

En 1906, Spangaro<sup>44</sup> describió la toracotomía anterolateral izquierda, que es, hoy en día, la incisión de elección para el acceso de emergencia de la cavidad torácica izquierda. Un año después, Sauerbruch<sup>45</sup> describió el método para controlar la hemorragia de una herida cardíaca obstruyendo el flujo sanguíneo por compresión de su base. "*Se desplaza con la mano derecha el ápex del corazón hacia adelante a la vez que se introduce el dedo de la mano izquierda a través del gran seno transverso, se colocan el cuarto y el quinto dedos por detrás de la cavidad pericárdica. Entre el tercero y cuarto dedo se encuentran las venas cavales con parte de la aurícula derecha y las venas pulmonares. Comprimiendo estos elementos anatómicos se puede controlar el flujo sanguíneo hacia los ventrículos. Los dedos pulgar e índice de la mano izquierda quedan libres para sostener el corazón mientras se sutura la herida.*" Esta maniobra es sólo de interés histórico.

Matas,<sup>46</sup> cirujano, hijo de españoles nacido en Estados Unidos, advirtió acerca de los peligros de drenar de manera rápida el taponamiento cardíaco, lo que puede resultar en una hemorragia exsanguinante. En 1909, Peck<sup>47</sup> describió una herida por arma blanca en la aurícula derecha de un paciente que sobrevivió. A la vez, revisó y actualizó la bibliografía al respecto y encontró 11 casos, siete de los cuales sobrevivieron, con una mortalidad de 36.6%. Sin embargo, este autor puso en evidencia la excesiva mortalidad atribuida, por la mayoría de los cirujanos, a las heridas de las aurículas frente a las heridas ventriculares. Este autor informó que la mortalidad combinada de todas las heridas cardíacas era del 64% y describió un acceso quirúrgico amplio que consistía en anestesia, preparación del campo operatorio, elección del abordaje quirúrgico, control temporal de la hemorragia durante la sutura y, por último, estimulación y reanimación. Todo ello con pericia y rapidez de ejecución.

Pool,<sup>48</sup> en 1912, aportó casos adicionales para añadirlos a los de Peck y además describió otras técnicas para el manejo de las lesiones del corazón. "*El tratamiento de las lesiones cardíacas debe ser quirúrgico.*" Toda lesión con sospecha de herida cardíaca debe ser explorada. En su estudio criticó a Borchardt,<sup>49</sup> dictaminando que el clásico síndrome del taponamiento cardíaco está más ausente que presente.

Los cirujanos durante el inicio del siglo XX preferían el acceso al corazón por vía extrapleural para minimizar los peligros del neumotórax, pero esto consumía mucho tiempo. Pool<sup>48</sup> recomendó el uso de la ventilación por presión positiva durante la anestesia para prevenir el neumotórax y permitir el acceso rápido transpleural. Además, en su publicación, describe el uso de la seda vaselinada como sutura de elección y define las indicaciones del drenaje pericárdico.

En 1920, Ballance<sup>50</sup> pronunciando la conferencia en honor de Bradshaw sobre cirugía cardíaca, más tarde publicada y que hasta la fecha sigue siendo uno de los tratados más amplios sobre tratamiento de las lesiones traumáticas del corazón, resume en ella las

corrientes del pensamiento de la época al respecto. Tres años más tarde, Smith<sup>51</sup> señaló por primera vez los peligros de las disritmias durante la manipulación cardíaca. También describió el uso de las pinzas de Allis colocadas cerca del ápex cardíaco para estabilizarlo y detenerlo mientras se practica la sutura, y además para desplazarlo del pericardio y poder visualizar la cara posterior del mismo.

Beck,<sup>4</sup> en 1926, describió la fisiología del taponamiento cardíaco e informó sus resultados basados en estudios experimentales en animales. Describió la sintomatología clínica del taponamiento cardíaco, la triada que actualmente lleva su nombre. Además, describió los progresos del tratamiento de las lesiones traumáticas cardíacas a través de la historia, en un documento extraordinario, a la vez que describía con amplitud algunas de las técnicas que se siguen empleando en la actualidad. Recomendó la colocación de un punto apical para sostener el corazón bajo tracción suave y poder desplazarlo antes de colocar la sutura.

De la misma manera, Schoenfeld,<sup>52</sup> en 1928, y Bigger,<sup>53</sup> en 1939, publicaron sus experiencias en el manejo de las lesiones cardíacas. Elkin,<sup>54</sup> en 1941, recomendó el uso de la fluoroscopia para valorar el movimiento cardíaco y alertó a los cirujanos de los peligros de las lesiones producidas por picahielos (icepicks). También describió las ventajas y desventajas de la esternotomía media y la toracotomía anterolateral izquierda. Beck,<sup>55</sup> en 1942, señaló la necesidad de prevenir la ligadura accidental de arterias coronarias en las heridas adyacentes a esos vasos, y recomendó puntos de colchón tipo Halsted, o ser colocados por debajo del lecho de estas arterias. Turner,<sup>56</sup> en 1942, después de revisar la experiencia en el manejo de lesiones cardíacas en la primera guerra mundial, señaló la necesidad del tratamiento de urgencia de las heridas cardíacas, especialmente las causadas por esquirlas de granadas y fragmentos de metralla. Ese mismo año, Griswold<sup>57</sup> describió su experiencia en lesiones cardíacas, y señaló que la mayor causa de mortalidad de las lesiones cardíacas eran la exanguinación o el taponamiento. Recomendó una rápida administración de líquidos por vía intravenosa, pero afirmó que era inútil en el manejo de un taponamiento cardíaco, apoyando más una enérgica reparación de la lesión. Realizó modificaciones en las técnicas quirúrgicas, y propuso la utilización de un pequeño parche de músculo de pectoral mayor para cubrir las arterias coronarias parcialmente lesionadas. Sin embargo, su recomendación más importante consistió en que “*todo gran hospital general debe contar, de manera permanente, con un equipo de instrumentos estériles listo y un quirófano disponibles las 24 horas al día que cuente, por lo menos, con una enfermera y un ayudante.*” Esto sirvió, más que cualquier cosa, para la creación de los actuales centros de trauma.

Blalock y Ravitch,<sup>58</sup> en 1943, describieron el uso de la pericardiocentesis para el manejo de las lesiones cardíacas en soldados norteamericanos durante la Segunda Guerra Mundial. Propusieron el manejo conser-

vador de estas lesiones e hicieron la observación de que algunas lesiones cardíacas podían sellar por sí mismas y autolimitarse. Su protocolo incluía la aspiración de la sangre del pericardio por vía costoxifoidea, repitiéndose un intento más en caso de recurrencia y, por último, cardiorrafia en caso de una segunda recurrencia. Esto constituyó el tratamiento estándar de muchas lesiones cardíacas durante la Segunda Guerra Mundial.

Elkin,<sup>59</sup> en 1946, recomendó la administración de líquidos intravenosos antes de la intervención y señaló la importancia de aumentar el volumen sanguíneo y, por ende, el gasto cardíaco. Poco tiempo después, Harken<sup>60</sup> apoyado por su experiencia en la Segunda Guerra Mundial, describió las técnicas para la extracción de cuerpos extraños adyacentes al corazón y los grandes vasos.

## Clínica

La triada de Beck constituye la presentación clínica clásica del paciente que llega a urgencias con taponamiento cardíaco agudo. El signo de Kussmaul, descrito como la distensión de las venas yugulares durante la inspiración, es otro signo clásico atribuido al taponamiento cardíaco. En realidad, la presencia de la triada de Beck o el signo de Kussmaul es la excepción y no la regla en la mayoría de los casos. En general, las lesiones cardíacas penetrantes pueden ser tremendamente engañosas en su presentación clínica. Los pacientes pueden presentar heridas penetrantes a nivel precordial o extraprecordial. La mayoría de las lesiones que se localizan a nivel precordial generalmente son lesiones por arma blanca, sin embargo, las heridas por arma de fuego, tanto en localización precordial como extraprecordial, pueden lesionar el corazón. Las lesiones toracoabdominales pueden ser altamente mortales, y el corazón puede estar afectado de la misma manera que otros muchos órganos. Hirschberg y col<sup>61</sup> describieron la mortalidad de las heridas toracoabdominales en una serie de 82 pacientes con lesiones cardíacas.

La presentación clínica de las lesiones cardíacas penetrantes abarca un amplio espectro, desde el paciente hemodinámicamente estable al paciente en paro cardiorrespiratorio y “shock”. Sus presentaciones clínicas se pueden relacionar con varios factores: el mecanismo de lesión, el tiempo transcurrido desde que ocurre la lesión hasta la llegada al centro de trauma y la extensión de la lesión. Cuando la pérdida sanguínea supone más del 40 al 50% del volumen intravascular, se produce el cese de la función cardíaca con o sin taponamiento cardíaco.

Los pacientes que sufren lesiones por proyectil de arma de fuego de alta velocidad con destrucción masiva tisular; los que llegan tarde al centro de trauma tras haber sufrido paro cardiorrespiratorio durante un periodo de tiempo prolongado, y aquellos que han tenido una pérdida de la mayor parte de su volumen sanguíneo en la cavidad torácica izquierda, invariablemente desarrollan un paro cardiorrespiratorio con muy pocas posibili-

dades de sobrevivir. Otros pacientes se presentan con lesiones cardíacas penetrantes y estabilidad hemodinámica. Se conoce la naturaleza muscular del ventrículo izquierdo y, en menor extensión, la del ventrículo derecho, que puede sellar la herida y por lo tanto prevenir la hemorragia, lo que permite que estos pacientes lleguen aún con vida al centro de trauma.

El taponamiento cardíaco es una manifestación única de lesión cardíaca. La naturaleza fibrosa del pericardio le permite el desarrollo de una resistencia a cualquier incremento repentino de la presión intrapericárdica. Las pérdidas agudas y repentinas de sangre en el pericardio producen incrementos agudos en la presión intrapericárdica y compresión del ventrículo derecho. Esto limita su capacidad de llenado y, en consecuencia, disminuye el llenado del ventrículo izquierdo y la fracción de eyección. La pérdida repentina de volumen intracardiaco conduce al aumento brusco de presión y compresión de toda la pared del ventrículo derecho. La limitación de su capacidad de llenado resulta en una disminución del llenado del ventrículo izquierdo y de la fracción de eyección con lo que disminuyen el gasto cardíaco y el volumen de contracción.<sup>62</sup> El trabajo cardíaco también aumenta, así como la tensión de la pared miocárdica, incrementando la demanda energética cardíaca, desarrollando así una mayor demanda de oxígeno que no puede soportar, resultando finalmente en hipoxemia, y acidosis láctica.<sup>62</sup>

El pericardio tiene capacidad de acomodarse gradualmente al acúmulo de sangre si no se desarrolla una hemorragia rápida que suponga un incremento agudo de la presión intrapericárdica, que exceda a la capacidad de llenado del ventrículo derecho y posteriormente del ventrículo izquierdo. Está claro que el taponamiento pericárdico puede tener un papel dañino y a la vez protector. El efecto dañino puede producir un relativo y rápido paro cardiorrespiratorio. Su efecto protector puede limitar la hemorragia extrapericárdica hacia el hemitórax izquierdo, evitando la hemorragia.

Moreno y col<sup>63</sup> son partidarios de la presencia del taponamiento cardíaco como determinante crítico para la supervivencia de las lesiones cardíacas penetrantes. En este estudio retrospectivo, fueron revisados 100 pacientes no seleccionados con lesiones cardíacas agudas; 57 fueron producidas por arma blanca y 43 por arma de fuego, 77 tuvieron taponamiento cardíaco. En total existió un 31% de supervivencia, incluyendo 27 (47%) de 57 pacientes con heridas por arma blanca y 4 (9%) de 43 por arma de fuego. Con el fin de analizar si la presencia de taponamiento cardíaco era o no un determinante crítico en la supervivencia de estos pacientes, los pacientes fueron clasificados según el mecanismo causante, localización de la lesión, presencia o ausencia de signos vitales en el momento de la admisión a urgencias, y presencia o ausencia de taponamiento pericárdico.

Se llegó a la conclusión de que los pacientes con taponamiento cardíaco, experimentaban una tasa de supervivencia del 73% frente al 11% de los pacientes que no tenían este efecto protector. La presencia de

taponamiento mejoró la supervivencia de las heridas por arma blanca, 77% versus 29%; de las heridas por arma de fuego, 57% versus 0%; de las heridas cardíacas derechas, 79% versus 28%; de las heridas izquierdas, 71% versus 12%; y, finalmente, en los pacientes que llegan a urgencias con signos vitales, 96% versus 50%. Estos hallazgos fueron significativos desde el punto de vista estadístico, permitió a los autores del mismo concluir que el taponamiento pericárdico es un factor crítico independiente para la supervivencia de estos pacientes, y sugirieron que pudiera ser más influyente en los resultados finales que la propia presencia de signos vitales.

Buckman y cols,<sup>64</sup> en un estudio de 66 lesiones cardíacas penetrantes, primer estudio prospectivo en la literatura, no pudieron demostrar que el taponamiento cardíaco fuera un factor independiente indispensable para la supervivencia de estos pacientes. De la misma manera, Asensio en un estudio prospectivo (datos no publicados) que incluyó 97 pacientes, que se habían sometido a toracotomía de urgencia, tampoco encontró que el taponamiento cardíaco fuese un factor crítico en la supervivencia.

## Métodos de evaluación

### Ventana pericárdica subxifoidea

La técnica original para crear una ventana pericárdica fue descrita por Larrey<sup>22</sup> en torno a 1800. En todo paciente que experimente una lesión penetrante en el área inferior a las clavículas, superior a los márgenes costales, y medial a las líneas medioclaviculares, debe sospecharse la posibilidad de lesión cardíaca. Esta técnica valora la presencia de sangre en el pericardio; está indicada en el trauma penetrante próximo al área cardíaca, por su eficacia y sencillez.

La ventana pericárdica debe realizarse en quirófano y bajo anestesia general. Tras la preparación antiséptica del campo quirúrgico se realiza una incisión de 10 cm sobre el xifoides. Entonces, con disección combinada roma y cortante se diseña el xifoides y con la ayuda del uso de unas pinzas de Allis o de Kocher se luxa cefálicamente. Mediante disección roma con un disector de Kittner se separa el tejido adiposo subyacente al apéndice xifoides. Se sujetó el pericardio con dos pinzas de Allis, identificándolo por palpación y, en ese momento, si el estado hemodinámico del paciente lo permite, se le sitúa en posición de Trendelenburg para permitir que descienda el pericardio y se haga más accesible. Una vez que el pericardio ha quedado localizado y sujeto, libre de tejido graso adyacente, se irriga el área quirúrgica con suero fisiológico para remover la sangre y se valora la hemostasia una vez más. Despues se realiza una incisión longitudinal de 1 cm sobre el pericardio, con extremo cuidado para no desgarrar el epicardio subyacente. Tras la apertura del pericardio se puede obtener un líquido de aspecto pajizo, lo que significará ventana negativa, o se puede obtener sangre que indicará una ventana positiva y en consecuencia lesión cardíaca subyacente. Finalmente, el campo puede permanecer seco si se

ha coagulado la sangre dentro del pericardio. Muchos cirujanos no experimentados cometen el error de pensar que en semejante circunstancia no existe lesión cardíaca. Nosotros recomendamos aspirar los coágulos que ocultan la presencia de sangre.

Trinkle y col.<sup>65</sup> en 1974, publicaron una serie de 45 pacientes con lesiones cardíacas penetrantes; a 21 se les realizó una ventana pericárdica previa subxifoidea, en 18 de ellos fue positiva, en tres negativa. Se sometieron los 18 pacientes a pericardiocentesis, siete resultaron falsos negativos y tres falsos positivos. Aunque los autores no se inclinan a favor de la pericardiocentesis, sí recomiendan la realización de una ventana pericárdica subxifoidea bajo anestesia local y en el quirófano.

Arom y col.<sup>66</sup> en 1977, se desanimaron con su tasa alta de falsos positivos y falsos negativos en el uso de la pericardiocentesis. Estudiaron 50 pacientes a los que se les había realizado ventana pericárdica, 46 de ellos resultaron positivos para lesión cardíaca o lesiones vasculares mayores torácicas y cuatro fueron negativos. Hicieron hincapié en una de las causas de tantos falsos negativos en la pericardiocentesis, la presencia de coágulos en el pericardio, lo que hace que el proceso sea poco fidedigno. Además, en esta publicación describen la técnica quirúrgica y las recomendaciones para realizar la ventana pericárdica, así como la técnica de elección para evaluar a los pacientes con lesión cardíaca potencial.

Trinkle y col.<sup>67</sup> en 1979, compararon la fiabilidad de la pericardiocentesis con la ventana pericárdica subxifoidea en una serie de 101 pacientes con heridas cardíacas penetrantes. En cuarenta y siete pacientes se realizó pericardiocentesis, resultando tres falsos positivos (6.4%) y nueve falsos negativos (19%); de los 54 pacientes a los que se les realizó una ventana pericárdica subxifoidea, 49 fueron positivos y cinco negativos; no hubo falsos positivos ni negativos. Está claramente establecido que la ventana es la técnica de elección para valorar posibles lesiones cardíacas; recomendándose abandonar el uso de la pericardiocentesis.

Garrison y col.<sup>68</sup> en su serie de 60 pacientes con lesiones toracoabdominales, describieron la técnica de la ventana pericárdica transdiafragmática diagnóstica para valorar posibles lesiones cardíacas. En esta serie, que incluía 53 pacientes con lesiones penetrantes y nueve con lesiones contusas, la ventana transdiafragmática resultó positiva en 19, 17 de los cuales tuvieron lesión cardíaca comprobada. Los autores recomiendan esta técnica por ser un método seguro y rápido para la evaluación de pacientes con lesiones toracoabdominales próximas al corazón y consideran que está indicada en aquellos pacientes que desarrollan hipotensión inexplicable durante la exploración abdominal.

Miller y col.<sup>69</sup> en un estudio de cinco años, publicado en 1987, incluyeron 104 pacientes con sospecha de lesiones cardíacas, realizaron 88 ventanas pericárdicas subxifoideas, 16 por vía transdiafragmática en combinación con laparotomía exploradora. Los resultados revelaron 85 ventanas negativas, 19 positivas, un falso posi-

tivo, y un falso negativo. Con base en este estudio, recomendaron esta técnica por ser rápida y segura en el diagnóstico de las lesiones cardíacas y apoyaron la vía transdiafragmática como segura, que además puede servir como técnica complementaria en aquéllos pacientes que son sometidos a una laparotomía exploradora.

Brewster y col.<sup>70</sup> en 1988, publicaron una serie de 108 pacientes con herida en la proximidad del corazón y que fueron evaluados mediante ventana pericárdica subxifoidea: en 78 casos fueron negativas (72%), en 30 positivas (28%), y en dos resultaron falsos positivos (2%). Este estudio también recomienda la utilidad y rapidez de la ventana pericárdica para el diagnóstico de las lesiones cardíacas. A la vez, este trabajo recomienda esta técnica como la única que puede identificar y excluir rápidamente la presencia de herida cardíaca.

Duncan y col.<sup>71</sup> en 1989, realizaron ventanas pericárdicas subxifoideas en todos aquellos pacientes que presentaban lesiones cardíacas. Cincuenta y un pacientes fueron sometidos a este procedimiento: 12 (23.5%) tuvieron hemopericardio con confirmación posterior de la presencia de lesión cardíaca mediante una esternotomía. Con base en este estudio, recomendaron esta técnica por ser un método seguro, rápido y eficaz en la identificación de lesiones cardíacas.

Este procedimiento se sigue empleando en muchos centros urbanos de trauma de Estados Unidos y en otros países donde no se dispone de las nuevas modalidades diagnósticas como la ecografía. Andrade-Alegre y Mon.<sup>72</sup> en 1994, publicaron su experiencia en Panamá en una serie de 76 pacientes, 16 (21%) de los cuales tuvieron ventanas positivas, sin falsos negativos ni positivos.

Las ventajas de esta técnica son la seguridad y eficacia para detectar el hemopericardio. Es una técnica quirúrgica relativamente simple que pertenece al arsenal quirúrgico de todo cirujano de trauma. Sus desventajas consisten en que se necesita anestesia general y que es un procedimiento quirúrgico. Se anticipa que el papel de la ventana pericárdica subxifoidea irá en decrecimiento conforme evolucione la experiencia con la ecografía.

#### *Ecografía bidireccional*

La ecografía recientemente ha aparecido como una técnica nueva para la evaluación de las lesiones cardíacas penetrantes. Feigenbaum y colaboradores<sup>73-75</sup> y Goldberg y colaboradores,<sup>76</sup> empezaron en 1965 a definir la ecografía como técnica útil para el diagnóstico de derrames. Durante la década de los años 70, el diagnóstico de derrames pericárdicos por vía no invasora ganó aceptación. Horowitz y col.<sup>77</sup> en 1970, empezaron a definir los límites de esta técnica en cuanto a su sensibilidad y especificidad. Concluyeron que es necesario que exista un mínimo de 50 ml de líquido pericárdico para que pueda ser detectado, sin ninguna duda, el derrame por ecografía. Posteriormente, Weiss y col.,<sup>78</sup> y Miller y col.,<sup>79</sup> empezaron a aplicar la ecografía bidireccional en el diagnóstico de contusiones miocárdicas.

Choo y col<sup>80</sup> utilizaron la ecografía para el diagnóstico de un seudoaneurisma que se originaba en el ventrículo izquierdo en una paciente que había sufrido una herida por arma blanca en el tórax, con tapónamiento cardiaco recurrente. En este estudio, los autores sugirieron el uso de la ecografía para la evaluación de lesiones cardíacas en situaciones agudas y recomendaban el uso de la misma en todos aquellos pacientes con heridas precordiales o algún signo de la triada de Beck.

López y col,<sup>81</sup> en un modelo canino, estudiaron las características ecográficas del hemopericardio con y sin trombosis. Concluyeron que el hemopericardio con o sin trombos puede ser identificado por ecografía bidimensional y, además, se puede diferenciar de otros derrames por su más baja densidad acústica. Hassett y col<sup>82</sup> estudiaron nueve pacientes con heridas cardíacas penetrantes por proyectil de arma de fuego, para valorar si la ecografía era capaz de identificar los fragmentos retenidos del proyectil que se identificaron por fluoroscopia, debido a que se movían de manera sincronizada con el corazón. Concluyeron el estudio de manera afirmativa. De la misma manera, Robinson y col,<sup>83</sup> con el uso de la ecografía fueron capaces de identificar cuerpos extraños en el corazón, afirmando que las balas incrustadas en la pared del miocardio podían ser identificadas, en tanto que los misiles localizados en alguna de las cámaras cardíacas debían ser retirados. DePriest y col<sup>84</sup> usaron la ecografía bidimensional en el Departamento de Urgencias para detectar derrames pericárdicos traumáticos y sugirieron que esta técnica debería usarse en la primera evaluación de las lesiones cardíacas penetrantes. Consideraron que esta técnica era fidedigna para la detección de derrames pericárdicos y sugirieron que si los resultados eran positivos, el cirujano debería tener la opción de realizar una ventana pericárdica subxifoidea, o con mayor probabilidad, una toracotomía, dependiendo de la estabilidad hemodinámica del paciente.

Freshman y col<sup>85</sup> utilizaron la ecografía en urgencias para la evaluación del trauma pericárdico penetrante. El estudio incluyó 36 pacientes con trauma precordial en un periodo de 3 años. Todos los pacientes se presentaron con presiones sistólicas de más de 90 mmHg; treinta y dos (89%) del total de pacientes tuvieron resultados normales, a tres se les detectaron pequeños derrames, y sólo uno sin resolución después de haber experimentado una herida ventricular izquierda. Los autores concluyeron que aunque los hallazgos de este procedimiento sean bajos, pudiera llegar a constituir parte del armamentario necesario para el manejo de las lesiones penetrantes precordiales.

Jiménez y col<sup>86</sup> compararon prospectivamente pacientes ingresados en situación de estabilidad hemodinámica con lesión penetrante torácica en la región precordial. A 73 pacientes se les realizó ecografía seguida de ventana subxifoidea: sesenta y cuatro resultaron negativas y en nueve fueron positivas. La ecografía tuvo una eficacia del 96%, especificidad del 97%, y una sensibilidad del 90% para detec-

tar lesiones cardíacas penetrantes. Sólo hubo un falso negativo. Como resultado de esos trabajos, los autores propusieron que la ecografía podría llegar a ser el procedimiento de elección para el diagnóstico de lesiones cardíacas ocultas en aquellos pacientes con signos vitales estables y portadores de herida penetrante torácica en proximidad a la silueta cardíaca.

Plummer y col,<sup>87</sup> en una serie retrospectiva de 49 pacientes con lesiones cardíacas penetrantes, estratificaron los pacientes en dos grupos: los investigados por ecografía y los que no lo fueron. En el primer grupo se incluyeron 28 pacientes, con un periodo de tiempo medio desde el diagnóstico hasta el procedimiento quirúrgico definitivo de 15.5 minutos y 100% de supervivencia previsible. El otro grupo estuvo formado por 21 pacientes que tuvieron un tiempo medio de 42.4 minutos desde el diagnóstico hasta que se realizó el tratamiento quirúrgico definitivo con una tasa de supervivencia del 57 %. A partir de estos datos, los autores concluyeron que la ecografía bidimensional puede disminuir el tiempo necesario para establecer el diagnóstico de las lesiones cardíacas penetrantes e incrementar la tasa de supervivencia, mejorando los resultados neurológicos de los que sobreviven.

Aaland y col<sup>88</sup> publicaron una serie de 53 pacientes con lesiones precordiales penetrantes con signos vitales estables al ingreso. A todos se les realizó un estudio ecográfico, resultando en 51 casos negativos y en 2 positivos. A esos dos pacientes después se les practicó una ventana pericárdica, y ambas resultaron negativas. En conclusión, afirmaron que la ecografía es un método no invasor sensible para la evaluación de los pacientes estables con heridas penetrantes en la proximidad del corazón.

Meyer y col,<sup>89</sup> en el que quizás sea el estudio más exhaustivo efectuado, evaluaron prospectivamente 100 pacientes hemodinámicamente estables, con lesiones torácicas y lesiones cardíacas ocultas. A todos los pacientes se les realizó ecografía seguido por ventana pericárdica subxifoidea. Como grupo total, la ventana reveló una sensibilidad del 100%, una especificidad y una eficacia del 92% frente a la ecografía, que tuvo una sensibilidad del 56%, especificidad del 93% y eficacia del 90%. Sin embargo, cuando la ventana pericárdica subxifoidea se comparó con la ecografía en pacientes sin hemotorax, su sensibilidad (100% *versus* 100%), especificidad (89% *versus* 91%) y eficacia (90% *versus* 91%) fueron comparables. De esos datos se concluyó que la ecografía tiene limitaciones significativas en la identificación de lesiones cardíacas serias en pacientes con hemotorax; sin embargo, en los pacientes que no tienen hemotorax, la ecografía no omite lesiones cardíacas importantes y puede ser una alternativa diagnóstica aceptable para detectar lesiones cardíacas graves en los pacientes que han sufrido herida torácica penetrante en la proximidad del corazón.

En el Los Angeles County/University of Southern California Trauma Center, el centro de trauma más grande de los Estados Unidos, la ecografía se emplea ampliamente tanto en paciente estable como en el inesta-

ble, permitiendo al cirujano de trauma proceder directamente hasta la esternotomía media y, en un significante número de casos, eliminar la necesidad de realizar una ventana pericárdica subxifoidea. Y, a la inversa, los pacientes que están estables al ingreso, con ecografía negativa, son manejados con mayor eficacia. Las únicas excepciones fueron unos cuantos individuos en los que se informó negatividad en la ecografía, pero en los cuales la sospecha clínica y los cambios en los signos vitales precipitaron la intervención quirúrgica precoz para realizar la reparación definitiva. Aunque esos datos todavía tienen que ser sometidos al análisis estadístico, creemos que la ecografía tiene su lugar en el manejo de las lesiones cardíacas penetrantes. Su papel está limitado por la habilidad del operador y las limitantes del equipo, lo cual constituye sus propias desventajas. Aunque la ventana pericárdica subxifoidea todavía se realiza en muchos centros de trauma, cabe creer con firmeza que puede, a pesar de sus limitaciones, reemplazar a esta técnica en un futuro.

## Referencias

1. Homer. *The Iliad*, Vol. XVI, Lines 588-625, 299. London: George Bell & sons, 1904. Translated by Alexander Pope.
2. Homer. *The Iliad*, Vol. XIII, Line 442, p 259. New York: Macmillan & Co, 1922.
3. Breasted JH. The Edwin Smith Papyrus. Vol 1. Chicago: The University of Chicago Press, 1930.
4. Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-227.
5. Hippocrates. The genuine works of Hippocrates, Vol 2, Sec 6, Aphorism 18, p 252. New York: William Wood and Co., 1886. Translated by Francis Adams.
6. Ovid (43 BC-17 AD): Epistolae ex Ponto. Lib I, Epist III, Lines 21-22. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
7. Celsus (15 th century AD): Medicinae Libri Octo, Lib V, Chap 26. L. Targae, Ludgini Batavorum, 1791, p 307. Translated by S and J Luchtmans. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
8. Pliny. The Elder (23-79 AD): Historia Naturalis, Lib XI, Chap 37, Vol 3 p 65. London, Bostock & Riley, 1855. Translated by HG Bohr. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
9. Aristotle (384-322 BC): The Partibus Animalium. Lib III Chap 4: Opera Edidit Academia Regia Borrusca Vol 3, 328. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-227.
10. Galen (130-200 AD): Medicorum Graecorum Opera, Vol VIII, Lipssiae Prostat in officina librarria Car. Cuoblochii 1824, De Locis Affectis. Edited by Kuhn DC. Tome VIII, Lib V Chap. 2, 304. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
11. Paulus Aegineta (625-690 AD): The Seven Books of Lib. VI, Sect. 88 Vol 2 p 421, 1846. Sydenham Society. Translated by Francis Adams. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
12. Fallopius (1523-1562 AD). Opera omnia tractatus de vulneribus in genere, 1600, Chap 10, p 163. 1600. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
13. Paré A (1509-1590). The worke of that famous chirurgion Ambrose Paré. Translated by T Johnson. London, T Cates & Co, 1634. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
14. Paré A. The Apologii and Treatise of Amborse Paré (Concerning the voyages made into divers places with many of his writings on surgery). G Keynes (Ed.). Chicago: University of Chicago Press, 1952: 27.
15. Hanby WB. The case report and autopsy records of Ambrose Paré. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1960: 49-50.
16. Fabricius ab Aquadependente (1673-1619 AD). Opera chirurgica, Chap 21. Patavii, 1666, p 104. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
17. Boerhave (1668-1738). De Vulnere in Genere, Aphorismi de Cognoscendis et. Curandis Morbis, Aphorism 170,43. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
18. Hollerius J. Communis aphorismi allegati. Quoted from Fischer G. Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutels. *Arch Klin Chir* 1968; 9: 571. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
19. Wolf I. Cited by Fischer G. Die Wunden des Herzens und des Herzbeutels. *Arch Klin Chir* 1868; 9: 571.
20. Senac JB. Traite de la structure du coeur, de son action, et de ses maladies, Vol 2 p 366, Paris, Breasson, 1749. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
21. Morgagni JB. De Sedibus et causes morborum. Lipsiae sumptibus Leopoldi Vossii, 1829. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
22. Larrey DJ. *Bull Sci Med* 1810; 6: 284.
23. Larrey DJ. *Chirurgie* 1829; 2: 303.
24. Dupuytren G. Clinical lecture on surgery, delivered during sessions of 1834 at the Hotel Dieu, Paris. *Lecons Orales de Clinique Chirurgicale* on wounds of the heart. Their varieties, causes, symptoms and treatment. *Lancet* 1834-1835; 1: 767.
25. Jobert JA. Reflexions sur les places penetrantes du coeur. *Arch Gen de Med* 1839; 6: 1.
26. Purple SS. Statistical observations on wounds of the heart, and on their relations to forensic medicine with a table of forty-two recorded cases. *NY Med* 1855; 14: 411.
27. Fischer G. Die Wunden des Herzens und des Herzbeutels. *Arch Klin Chir* 1868; 9: 571.
28. Billroth T. Quoted by Jeger E. Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens. Berlin, A Hirschwald, 1913, p 295. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
29. Roberts JB. The surgery of the pericardium. *Ann Anat Surg* 1881; 4: 247.
30. Block MH. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. Elffen Congress, Berlin, part I, p 108, 1882. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
31. Billroth T. Cited by Richardson RG. (ed): The scalpel and the heart. New York: Scribner 1970: 27.
32. Billroth T. Offenes Schreiben an Herr der Wittelshofer über die erste mil gustumgen susgange ausgeführte pylorektomie. *Wiener Med Wochensch* 1881; 31: 161.
33. Riedinger KV. Verletzungen und Chirurgische Krankheiten des Thorax und seines Inhaltes. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1888, part 42, p 189. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technich of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
34. Paget S. The surgery of the chest. Bristol: John Wright & Co, 1896: 122-139.
35. Del Vecho S. Sutura del cuore. Napoli, Riforma Med, 1985, ppix-ii, 38. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.

36. Cappelen A. Vlnia cordis, sutur of Hjertet. Norsk. Mag. F. Laegy; Kristiania, 4, R; xi, 285, 1896. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
37. Farina G. Discussion Centralbl Chir 1986 23:1224 As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
38. Rehn L. Ueber Penetrerende Herzwunden und Herznahpt. Arch Klin Chir 1897;55:315 As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technich of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
39. Duval P. Le incision median thoraco-laparotomie. Bull Mem Soc De Chir Paris 1907; 33: 15 As quoted by Ballana C. Bradshaw Lecture. The surgery of the heart. *Lancet* 1920; CXCVIII: 73-9.
40. Fontan JP. As quoted by Peck. The operative treatment of heart wounds. Ann Surg 1909;50:100-34. *Bull Mem Soc Chir Paris*, 1900; 26: 429, 1901; 27: 1099.
41. Hill L "Report of a case of successful suturing of the heart, and table of 37 other cases of suturing by different operators with various terminations and conclusions drawn. Pt Med Record 1902;62:846 As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technich of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
42. Dalton HC. Report of a case of stab wound of the pericardium, terminating in recovery after resection of a rib and suture of the pericardium. *Ann Surg* 1895; 21: 147-52.
43. Williams DH. Stab wound of the heart and pericardium. Recovery-patient alive three years afterward. *Med Rec* 1897; 51: 437-9.
44. Spangaro S. Sulla tecnica da seguire negli interventi chirurgic per ferite del cuore e su di un nuovo processo di toracotomia. Clin Chir 1906;14:227 As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926; 13: 205-27.
45. Sauerbruch F. Uber die Verwendbarkeit der pneumatischen Kammer fur die Herzschirurgie. Zentralbl Chir 1907; 34: 44.
46. Matas R. Surgery of the vascular system. In: Keen WW, Da Costa JC (eds): *Surgery, its principles and practice*. Philadelphia: WB. Saunders, 1909; 5: 67.
47. Peck CH. The operative treatment of heart wounds. *Ann Surg* 1909; 50: 100-134.
48. Pool EH. Treatment of heart wounds. *Ann Surg* 1912; 55: 485-512.
49. Borchardt. Sammlung. Klin. Leipzig, Vortrage, 1906. N. f. Chir. 102-127, p 297. (Nos. 411, 412; Chir. 113, 114). As quoted by Peck Ch. The operative treatment of heart wounds. *Ann Surg* 1909; 50: 100-134.
50. Ballance C. Bradshaw lecture. The surgery of the heart. *Lancet* 1920; CXCVIII: 73-79.
51. Smith WR. Cardiorraphy in acute injuries. *Ann Surg* 1923; 78: 696-710.
52. Schoenfeld H. Heart injuries with suture. *Ann Surg* 1928; 87: 823-8.
53. Bigger IA. Heart wounds: A report of seventeen patients operated upon in the Medical College of Virginia Hospitals and discussion of the treatment and prognosis. *J Thorac Surg* 1939; 8: 239-53.
54. Elkin DC. The diagnosis and treatment of cardiac trauma. *Ann Surg* 1941; 114: 169.
55. Beck C. Further observations on stab wounds of the heart. *Ann Surg* 1942; 115: 698-704.
56. Turner GG. Gunshot wounds of the heart. In: Pingh WS (ed): War medicine, a symposium. London: Podolsky Edward, 1942.
57. Griswold RA, Maguire CH. Penetrating wounds of the heart and pericardium. *Surg Gynecol Obstet* 1942; 74: 406-18.
58. Blalock A, Ravitch MM. A Consideration of the nonoperative treatment of cardiac tamponade resulting from wounds of the heart. *Surgery* 1943; 14: 157-62.
59. Elkin DC. Wounds of the heart. *Ann Surg* 1946; 120: 817-25.
60. Harken DE. Foreign bodies in, and in relation to the thoracic blood vessels and heart. *Surg Gynecol Obstet* 1946; 14: 117-25.
61. Hirshberg A, Wall MJ Jr, Allen MK, Mattox KL. Double jeopardy: thoracoabdominal injuries requiring surgical intervention in both chest and abdomen. *J Trauma* 1995; 39: 225-31.
62. Frank MJ, Nadimi M, Lesniak LJ, Hilmli Kl, Levinson GE. Effects of cardiac tamponade on myocardial performance, blood flow, and metabolism. *Am J Physiol* 1971; 220: 179-85.
63. Moreno C, Moore EE, Majure JA, Hopeman AR. Pericardial tamponade: a critical determinant for survival following penetrating cardiac wounds. *J Trauma* 1986; 26: 821-5.
64. Buckman RF Jr, Badellino MM, Mauro LH, Asensio JS, Caputo C, Gass J, et al. Penetrating cardiac wounds: prospective study of factors influencing initial resuscitation. *J Trauma* 1993; 34: 717-25; dissussion 725-7.
65. Trinkle JK, Marcos J, Grover FL, Cuello LM. Management of the wounded heart. *Ann Thorac Surg* 1974; 17: 230-6.
66. Arom KV, Richardson JD, Webb G, Grover FL, Trinkle JK. Subxiphoid pericardial window in patients with suspected traumatic pericardial tamponade. *Ann Thorac Surg* 1977; 23: 545-9.
67. Trinkle JK, Toon RS, Franz JL, Arom KV, Grover FL. Affairs of the wounded heart: penetrating cardiac wounds. *J Trauma* 1979; 19: 467-72.
68. Garrison RN, Richardson JD, Fry DE. Diagnostic transdiaphragmatic pericardiotomy in thoracoabdominal trauma. *J Trauma* 1982; 22: 147-9.
69. Miller FB, Bond SJ, Shumate CR, Polk HC Jr, Richardson JD. Diagnostic pericardial window. A safe alternative to exploratory thoracotomy for suspected heart injuries. *Arch Surg* 1987; 122: 605-9.
70. Brewster SA, Thirlby RC, Snyder WH 3d. Subxiphoid pericardial window and penetrating cardiac trauma. *Arch Surg* 1988; 123: 937-41.
71. Dukan AO, Scalea TM, Sclafani SJ, Phillips TF, Bryan D, Atwch NA, et al. Evaluation of occult cardiac injuries using subxiphoid pericardial window. *J Trauma* 1989; 29: 955-9; discussion 959-60.
72. Andrade Alegre R, Mon L. Subxiphoid pericardial window in the diagnosis of penetrating cardiac trauma. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 1139-41.
73. Feigenbaum H. Echocardiography. Philadelphia: Lea and Febiger, 1972: 141-75.
74. Feigenbaum H, Waldhausen JA, Hyde LP: Ultrasonic diagnosis of pericardial effusion. *JAMA* 1965; 191: 107.
75. Feigenbaum H, Zaky A, Waldhausen JA. Use of ultrasound in the diagnosis of pericardial effusion. *Ann Intern Med* 1966; 65: 443-52.
76. Goldberg BB, Ostrum BJ, Isard HJ. Ultrasonic determination of pericardial effusion. *JAMA* 1967; 202: 927-30.
77. Horowitz MS, Schultz CS, Stinson EB, Harrison DC, Popp RL. Sensitivity and specificity of echocardiographic diagnosis of pericardial effusion. *Circulation* 1974; 50: 239-47.
78. Weiss JL, Bulkley BH, Hutchins GM, Mason S. Two-dimensional echocardiography recognition of myocardial injury in man: comparison with post-mortem studies. *Circulation* 1981; 63: 401-8.
79. Miller FA Jr, Seward JB, Gersh BJ, Tajik AJ, Mucha P Jr. Two-dimensional echocardiographic findings in cardiac trauma. *Am J Cardiol* 1982; 50: 1022-7.
80. Choo MH, Chia BL, Chia FK, Johan A. Penetrating cardiac injury evaluated by two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984; 108: 417-20.
81. Lopez-Sendon J, Garcia-Fernandez MA, Coma-Canella I, Silvestre J, de Miguel E, Jadraque LM. Identification of blood in the pericardial cavity in dogs by two-dimentional echocardiography. *Am J Cardiol* 1984; 53: 1194-7.
82. Hassett A, Moran J, Sabiston DC, Kisslo J Utility of echocardiography in the management of patients with penetrating missile wounds of the heart. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 1151-6.

83. Robison RJ, Brown JW, Caldwell R, Stone KS, King H. Management of asymptomatic intracardiac missiles using echocardiography. *J Trauma* 1988; 28: 1402-3.
84. Whye D, Barish R, Almquist T, Groleau G, Tso E, Browne B. Echocardiographic diagnosis of acute pericardial effusion in penetrating chest trauma. *Am J Emerg Med* 1988; 6: 21-3.
85. Freshman SP, Wisner DH, Weber CJ. 2-D echocardiography: emergent use in the evaluation of penetrating precordial trauma. *J Trauma* 1991; 31: 902-5; discussion 905-6.
86. Jimenez E, Martin M, Krukenkamp I, Barrett J. Subxiphoid pericardiotomy versus echocardiography: a prospective evaluation of the diagnosis of occult penetrating cardiac injury. *Surgery* 1990; 108: 676-9; discussion 679-8.
87. Plummer D, Brunette D, Asinger R, Ruiz E. Emergency department echocardiography improves outcome in penetrating cardiac injury. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 709-12.
88. Aaland MO, Bryan FC 3<sup>rd</sup>, Sherman R. Two-dimensional echocardiogram in hemodynamically stable victims of penetrating precordial trauma. *Am Surg* 1994; 60: 412-5.
89. Meyer DM, Jessen ME, Grayburn PA. Use of echocardiography to detect occult cardiac injury after penetrating thoracic trauma: a prospective study. *J Trauma* 1995; 39: 902-7; discussion 907-9.