



BRUNO MONTEIRO TAVARES PEREIRA

**“TRAUMA CARDÍACO PENETRANTE: EXPERIÊNCIA DE
20 ANOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO”**

“Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university
teaching hospital”

CAMPINAS
2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

BRUNO MONTEIRO TAVARES PEREIRA

**“TRAUMA CARDÍACO PENETRANTE: EXPERIÊNCIA DE
20 ANOS EM UM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO”**

“Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university
teaching hospital”

Tese de Doutorado
apresentada à Pós-Graduação em
Ciências da Cirurgia da Faculdade de
Ciências Médicas da Universidade
Estadual de Campinas – UNICAMP
para obtenção do Título de Doutor em
Ciências

Doctorate’s thesis
presented to the Surgery Sciences Post
Graduation Program of the School of
Medical Sciences of the University of
Campinas to obtain the PhD grade in
Sciences

ORIENTADOR: Prof. Dr. Gustavo Pereira Fraga

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA
PELO ALUNO BRUNO MONTEIRO TAVARES PEREIRA E ORIENTADA PELO PROFESSOR
DOUTOR GUSTAVO PEREIRA FRAGA.**

Assinatura do Orientador

CAMPINAS, 2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

P414t Pereira, Bruno Monteiro Tavares, 1977-
Trauma cardíaco penetrante 20 anos de experiência
em um hospital universitário / Bruno Monteiro Tavares
Pereira. -- Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador : Gustavo Pereira Fraga.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Ferimentos e lesões. 2. Coração. 3.
Traumatismos cardíacos. 4. Ferimentos penetrantes. I.
Fraga, Gustavo Pereira, 1969-. II. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III.
Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Penetrating cardiac trauma 20 years experience from a
university teaching hospital

Palavras-chave em inglês:

Wounds and injuries

Heart

Heart injuries

Wounds, Penetrating

Área de concentração: Fisiopatologia Cirúrgica

Titulação: Doutor em Ciências

Banca examinadora:

Gustavo Pereira Fraga [Orientador]

Pedro Paulo Martins de Oliveira

Rao Ivatury

Sandro Rizoli

Desanka Dragosavac

Data de defesa: 02-10-2014

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Cirurgia

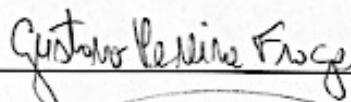
BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO

BRUNO MONTEIRO TAVARES PEREIRA

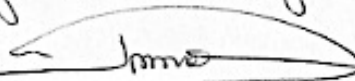
Orientador **PROF. DR. GUSTAVO PEREIRA FRAGA**

MEMBROS:

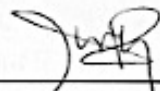
1. **PROF. DR. GUSTAVO PEREIRA FRAGA**



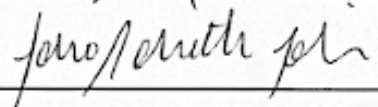
2. **PROF. DR. PEDRO PAULO MARTINS DE OLIVEIRA**



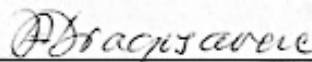
3. **PROF. DR. RAO IVATURY**



4. **PROF.DR. SANDRO RIZOLI**



5. **PROFA.DRA. DESANKA DRAGOSAVAC**



Programa de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

Data: 02 de outubro de 2014

RESUMO

Introdução: Trauma penetrante é atualmente a principal causa de trauma cardíaco. O objetivo deste estudo é descrever e comparar as variáveis entre dois grupos de pacientes com trauma cardíaco penetrante nos últimos 20 anos em um hospital universitário identificando fatores de risco para morbidade e mortalidade.

Métodos: Revisão de dados de registro de trauma, seguido por análise estatística descritiva comparando os períodos 1990 a 1999 (grupo 1, 54 casos) e 2000 a 2009 (grupo 2, 39 casos). Foram registrados dados clínicos no momento da internação hospitalar, o Índice de Gravidade da Lesão (ISS), Escala de Coma de Glasgow (GCS), e o Escore de Trauma Revisado (RTS).

Resultados: A incidência de ferimentos cardíacos penetrantes foram constantes dentro do período de estudo. Os dois grupos foram semelhantes quanto à idade, mecanismo de trauma (ferimento por projétil de arma de fogo ou branca) e ISS. Grupo 1 apresentou menor pressão arterial sistólica na admissão (média de 87 contra 109 mmHg), menor GCS (12,9 vs. 14,1), RTS mais baixo (6,4 vs. 7,3), maior incidência de lesões cardíacas graus IV e V (74% vs. 48,7%), e foram menos propensos a sobreviver (0,83 contra 0,93). O principal fator de risco para o óbito foi ferimento por projétil de arma de fogo (13 vezes maior do que por arma branca), pressão arterial sistólica <90 mm Hg, GCS <8, RTS <7,84, lesões associadas, lesões grau IV e V e ISS >25. Observou-se uma tendência na redução de mortalidade de 20,3% para 10,3% durante o período de observação.

Conclusões: Foram identificados vários fatores associados à mortalidade e morbidade. Na última década, os pacientes foram admitidos em melhor condição fisiológica, talvez refletindo uma melhora no tratamento pré-hospitalar. Observou-se uma tendência para uma menor taxa de mortalidade.

Palavras Chave: Ferimentos e lesões. Coração. Lesões cardíacas. Ferimento penetrante

ABSTRACT

Background: Penetrating traumas, including gunshot and stab wounds, are the major causes of cardiac trauma. Our aim was to describe and compare the variables between two groups of patients with penetrating cardiac trauma in the past 20 years in a university hospital, identifying risk factors for morbidity and death.

Methods: Review of trauma registry data followed by descriptive statistical analysis comparing the periods 1990 to 1999 (group 1, 54 cases) and 2000 to 2009 (group 2, 39 cases). Clinical data at hospital admission, Injury Severity Score (ISS), Glasgow Coma Scale (GCS), and Revised Trauma Score (RTS) were recorded.

Results: The incidences of penetrating cardiac injuries were steady within the period of study in the chosen metropolitan area. The two groups were similar regarding age, mechanism of trauma (gunshot stab), and ISS. Group 1 showed lower systolic blood pressure at admission (mean 87 versus 109 mm Hg), lower GCS (12.9 versus 14.1), lower RTS (6.4 versus 7.3), higher incidence of grade IV and V cardiac lesions (74% versus 48.7%), and were less likely to survive (0.83 versus 0.93). The major risk factor for death was gunshot wound (13 times higher than stab wound), systolic blood pressure <90 mm Hg, GCS <8, RTS <7.84, associated injuries, grade IV and V injury, and ISS >25. We observed a tendency in mortality reduction from 20.3% to 10.3% within the period of observation.

Conclusions: Several associated factors for mortality and morbidity were identified. In the last decade, patients were admitted in better physiological condition, perhaps reflecting an improvement on pre-hospital treatment. We observed a trend toward a lower mortality rate.

Key words: Wounds and injuries. Heart. Heart injuries. Penetrating wounds.

SUMÁRIO

Dedicatória	Pág. xv
Agradecimentos	Pág. xvii
Lista de Figuras e Tabelas	Pág. xix
Lista de Abreviações	Pág. xxi
Introdução	Pág. 1
Histórico	Pág. 3
Atendimento Inicial	Pág. 10
Diagnóstico	Pág. 10
Tratamento	Pág. 15
Técnica Cirúrgica	Pág. 19
Complicações pós-operatórias	Pág. 21
Impacto do ferimento cardíaco no Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas	Pág. 21
Objetivo	Pág. 23
Método	Pág. 24
Tipo de estudo	Pág. 26
Variáveis estudadas	Pág. 26
Escala de Gravidade Abreviada de Lesões	Pág. 28
Escore de Trauma Revisado	Pág. 28
Índice de Gravidade da Lesão	Pág. 29
TRISS	Pág. 30
Aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa	Pág. 31

Análise estatística	Pág. 31
Capítulo	Pág. 32
Discussão	Pág. 39
Conclusão	Pág. 40
Referências bibliográficas	Pág. 41
Anexo I – Penetrating Cardiac Injuries: A Historic Perspective and Fascinating Trip through Time	Pág. 49
Anexo II – TRISSCAN	Pág. 61
Anexo III – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa	Pág. 62
Anexo IV – Penetrating cardiac trauma: does thoracotomy need always to be indicated?	Pág. 64
Anexo V – Autorização e direito de cópia	Pág. 67

*" Só fazemos melhor aquilo que
repetidamente insistimos em
melhorar. A busca da excelência
não deve ser um objetivo e sim
um hábito."*

Aristóteles (884 – 322 AC)

DEDICATÓRIA

À minha esposa Clarissa,
Companheira inseparável,
Amiga incondicional,
Amor eterno.

À meu filho Bernardo,
Um presente Divino em nossa casa,
A alegria e a força para continuarmos desbravando nosso caminho,
Nosso maior valor.

Ao meu Pai Carlos Manuel,
Exemplo de honestidade,
Amigo,
Inspiração para me tornar Cirurgião,
Tutor e imagem a ser seguida.

À minha Mãe Silvia,
Incentivadora maior,
Conselheira e amiga,
Precocemente cavando o que seria de extrema importância para minha carreira
profissional – hoje reconhecidamente itens valiosos.

À meu irmão Alexandre,
Parceiro e guerreiro,
Grande incentivador e amigo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Gustavo Pereira Fraga, amigo, orientador desta dissertação. Meu sincero agradecimento pela confiança, investimento e pelas oportunidades. Incansável lutador pelo desenvolvimento da cirurgia do Trauma no Brasil e pela educação médica. Grande incentivador e notável professor.

Ao Prof. Dr. Orlando Petrucci, pelo apoio nesta dissertação e por estar um dia disponível e ao nosso lado em um dos momentos mais difíceis de nossa vida.

Aos amigos mais próximos da Disciplina de Cirurgia do Trauma da Universidade Estadual de Campinas: Dr. Cesar V. Carmona, Prof. Dr. Elcio S. Hirano, Dr. Guilherme V. Meirelles, Prof. Dr. Henrique José V. Silveira, Dr. Jorge Carlos M. Curi, Dr. José B. Bortoto, Dr. Luiz Antônio Albigante, Dr. Mario E. F. Mantovani, Dr. Rodrigo B. de Carvalho, Dr. Thiago R. A. Calderan, Dr. Waldemar Prandi Filho e Dr. Wilson S. Cassin, pelo convívio profissional gratificante e construtivo.

Ao Dr. Vitor Baltazar Nogueira e Dr. Marcelo P. Villaça, pela ajuda na concretização de mais esta etapa profissional.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1	Tríade Eletrocardiográfica Presente na efusão pericárdica	Pág. 13
Figura 2	Exame ultrassonográfico do coração realizado na sala de emergência (FAST)	Pág. 14
Tabela 1	Descrição da Lesão Cardíaca (AAST)	Pág. 27
Tabela 2	Escore de Trauma Revisado	Pág. 29
Tabela 3	<i>TRISSCAN</i>	Pág. 60

LISTA DE ABREVIÇÕES

AAST	Associação Americana para Cirurgia do Trauma
AESP	Atividade Elétrica sem Pulso
APH	Atendimento Pré-Hospitalar
ATLS	Suporte Avançado de Vida no Trauma (ATLS®)
AIS	Escala de Gravidade Abreviada de Lesões
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
EUA	Estados Unidos da América
ECG	Eletrocardiograma
EDT	Emergency Department Thoracotomy
ER	Emergency Room
FAST	Focused Assessment Sonography for Trauma
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
GCS	Escala de Coma de Glasgow
ISS	Índice de Gravidade de Lesões
JP	Janela Pericárdica
OIS	Escala de Lesão de Órgãos
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PEEP	Pressão Expiratória Final Positive
PW	Pericardial Window
RMC	Região Metropolitana de Campinas

RTS	Escore de Trauma Revisado
RIPSA	Rede Interagencial de Informação Para Saúde
RVEDP	Pressão Diastólica Final do Ventrículo Direito
SAMU	Serviço de Atendimento Médico de Urgência
SBP	Systolic Blood Pressure
SE	Sala de Emergência
TC	Tomografia Computadorizada
TRISS	Escore de Severidade da Lesão no Trauma
UER	Unidade de Emergência Referenciada

1.0 INTRODUÇÃO

Lesões traumáticas constituem uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Estima-se que o número de mortes excedeu 3,8 milhões em 2000 e em 2020 o trauma pode se tornar a segunda ou terceira causa mais frequente de morte na população mundial⁽¹⁾. Nos Estados Unidos da América (EUA), o trauma é a principal causa de morte na faixa etária entre 1 e 34 anos e a quinta em todas as idades além de causa significativa de sequelas a longo prazo⁽²⁾.

O Brasil, ainda não possui sistema de informatização completo para analisar as características dos atendimentos de urgência e emergência⁽³⁾. O Ministério da Saúde disponibiliza dados com os indicadores de morbidade e mortalidade de várias doenças, que orientam para a adoção de estratégias governamentais de médio e longo prazo. De acordo com o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), as principais causas de óbito por trauma no Brasil são: 1. homicídios (52.043 em 2009) e 2. acidentes com veículos automotores (38.469 em 2009). Segundo recente censo da Rede Interagencial de Informação Para a Saúde (RIPSA) do Governo Brasileiro, o trauma é a terceira causa de morte na população em geral (152.013 em 2011, liderados pelos Estados da região sudeste do país) caracterizando-se portanto uma doença, com fatores de risco e epidemiologia definidas, perdendo apenas para neoplasias e doenças do aparelho circulatório⁽⁴⁾. São 380 óbitos por causas externas por dia, aproximadamente 16 por hora, 1 a cada 5 minutos. Estima-se que 6 vezes este número permaneçam com sequelas resultantes de algum tipo de

violência.

Feridas cardíacas penetrantes têm sido descritas desde a antiguidade e ainda são consideradas um desafio por cirurgiões de trauma devido à sua letalidade e urgência de tratamento. Na virada do século passado, o tratamento evoluiu da simples observação clínica para a intervenção cirúrgica e os procedimentos diagnósticos avançaram a partir de um simples exame de ultrassonografia passando pelo exame ecocardiográfico até a tomografia computadorizada⁽⁵⁾.

Aproximadamente 60 a 80% das vítimas desse tipo de lesão morrem antes de receber o tratamento definitivo no hospital, e com mortalidade intra-hospitalar variando de 48 a 71%^(6,7). A taxa de sobrevivência de lesões cardíacas penetrantes aumentou quando comparada às estatística menos recentes, em razão dos avanços no atendimento pré-hospitalar (APH), transporte rápido às unidades referenciadas de atendimento ao trauma, e avanços no tratamento na sala de emergência e peri-operatório. O bom resultado dos pacientes são influenciados pelos seguintes fatores: mecanismo de lesão, estado fisiológico do paciente na admissão na sala de emergência, presença ou não de tamponamento cardíaco e consequente tempo de tratamento, a gravidade da lesão cardíaca, outras complicações agudas e lesões associadas. A taxa de mortalidade por ferimentos cardíacos penetrantes variou de 15% a 40% em nossa revisão da literatura⁽⁸⁻¹³⁾.

O ferimento traumático penetrante do tórax mais frequentemente ocorre no segmento anatômico anterior do tórax, mas também deve-se suspeitar destas lesões nos ferimentos penetrantes superiores do abdome, dorso e pescoço⁽¹⁴⁾.

Dos pacientes que chegam vivos à sala de emergência, a sua grande maioria, apresenta lesões de baixa pressão, referentes à lesões em câmaras cardíacas de pressão menor⁽¹⁰⁾. A posição anatômica do coração dentro do tórax determina em algum grau o tipo de lesão encontrada^(15,16). Os ventrículos direito e esquerdo são acometidos em 40% das vezes. A frequência de lesão do átrio direito é de 24% e de lesão átrio esquerdo, de 3%. As lesões são classificadas como complexas se produzem derivações ou comunicações intracavitárias, se provocam dano às válvulas ou musculatura papilar, ou se provocam lesões das artérias coronárias (aproximadamente 5% das lesões)⁽⁷⁾.

Embora possa eventualmente, admitir-se um paciente que se apresente com os sinais vitais normais, as lesões penetrantes tipicamente aparecem em duas formas: por tamponamento ou por hipovolemia (ou uma combinação dos dois). Pequenas lacerações frequentemente induzem ao tamponamento cardíaco. Como o pericardio é uma estrutura fibrosa e portanto pouco elástica, este tende a selar e acumular sangue dentro do espaço pericárdico. Curiosamente, sangramento no saco pericárdico pode ter um efeito protetor, evitando sangramento vultoso para o hemitórax esquerdo, o que impreterivelmente diminuiria as chances de sobrevivência. Pacientes com lesões penetrantes por projétil de arma de fogo são obviamente mais graves e têm alta probabilidade de lesões intratorácicas associadas.

1.1 HISTÓRICO

As primeiras descrições conhecidas de lesões cardíacas aparecem no manuscrito “O Ilíada” de Homero com data aproximada de 760 – 710 A.C. O Ilíada

(por vezes referido como a Canção de Ilion ou Canção de Ílio) é um poema épico grego antigo escrito em grafia grega anciã, tradicionalmente atribuído à Homero. Ambientado durante a Guerra de Tróia, o cerco da cidade de Tróia (Ílio) por uma coalizão de estados gregos de dez anos, ele conta a história de batalhas e eventos durante as últimas semanas de uma disputa entre o rei Agamenon e o guerreiro Aquiles. Este manuscrito contém referências específicas à exsanguinação como causa de morte e corpos estranhos empalados no coração. A descrição poética da morte de *Sarpedon* – rei da Lycia, filho de Zeus e Laodamia – inclui um episódio de hemorragia exsanguinante de uma lesão cardíaca provocada pela lança de *Patroclus* – filho de *Menoetius* (mitologia Grega) e irmão de armas de *Aquilles*. "Não é assim *Patroclus* nunca erre dardos; Foque em seu peito, ele espreita na parte mortal, onde as fibras fortes ligam o coração sólido"⁽¹⁷⁾.

"O *Ilíada*" também registra uma observação que descreve o impulso cardíaco transmitido através de uma lança que tinha paralisado coração de *Alkathoos*, "O herói *Idomeneus* feriu ele no meio do peito com a lança . . . e ele caiu com um estrondo, e a lança fixa em seu coração que, ainda surra, balançou a coronha da lança". *Idomeneus* foi um dos maiores generais gregos e conselheiro de confiança de Agamenon⁽¹⁸⁾.

Beck classificou a história de feridas do coração de acordo a três períodos históricos. Em primeiro lugar, o período de misticismo, em que foram descritas feridas do coração, mas consideradas uniformemente fatais⁽¹⁹⁾. O período do misticismo foi seguido por um período de observação e experimentação, que culminou no período de sutura, que se deu início em 1882. *Hippocrates* reportou

que todas as feridas do coração eram mortais. Autores como Ovídio, Celso, Plínio, Aristóteles e Galeno consideraram as feridas cardíacas penetrantes como absoluta e necessariamente fatais⁽²⁰⁻²⁵⁾. De acordo com Aristóteles (século III dC), "O coração à par de todas as vísceras não pode suportar uma afecção grave. Isto é para ser esperado porque quando a principal fonte de força (o coração) é destruída, não há ajuda que pode ser trazido para os outros órgãos que dependem dele"⁽²⁴⁾.

Galeno (século II dC) observou que quando as feridas do coração ocorreram em gladiadores, estas eram todas fatais. "Quando uma perfuração ocorreu em um dos ventrículos cardíacos eles morreram no local, principalmente pela perda de sangue, e ainda mais rápido se o ventrículo esquerdo foi ferido. Quando o objeto penetrante fez não passar através da cavidade cardíaca, mas parou no músculo cardíaco, alguns dos gladiadores feridos viveram o mesmo dia em que foram feridos e a seguinte noite, morreram mais tarde por causa da inflamação no coração"⁽²⁵⁾.

Paulus Aegineta poeticamente descreveu o discorrimento de um tamponamento cardíaco: "Em um ferimento cardíaco, a arma aparece no lado esquerdo do peito e se sente não como em uma cavidade, solto ou móvel, mas como estando fixo em outro corpo, e às vezes há um movimento pulsante; há uma descarga de sangue negro, pode não se encontrar ventilação, com frieza, sudorese e perda de consciência; a morte segue em um curto espaço de tempo"⁽²⁶⁾. Fallopius observou a diferença entre as feridas de ventrículos direito e esquerdo em seu manuscritos quando afirmou: "As feridas do coração são sempre seguidas de morte súbita. Quando ferido (o coração) não pode curar... Feridas do

ventrículo direito podem ser diferenciadas das feridas do ventrículo esquerdo; do primeiro provém sangue escuro, do último sangue vermelho rutilante"⁽²⁷⁾.

Ambroise Paré, talvez, primeiro cirurgião de trauma do mundo, reconheceu a supremacia do coração⁽²⁸⁾. "O coração é o chefe da vida, o órgão da capacidade vital, o legado de vida, a fundação dos espíritos vitais. . . o primeiro à viver e o último a morrer". Ele descreveu lesões cardíacas e sua apresentação de clínica, "por esses sinais você pode saber que o coração está ferido, se uma grande quantidade de sangue esguichar para fora, se um tremor acomete todos os membros do corpo; se o pulso bater pouco e fraco, se a cor tornar-se pálida, se um suor frio e frequente acometer o doente, e as extremidades tornarem-se frias, então a morte esta presente"⁽²⁸⁾.

Paré, em sua obra clássica, "*The Apologie and Treatise*", descreveu o prognóstico das feridas cardíacas. "Aqueles feridas são tidas como perigosas... elas são mortais"⁽²⁹⁾. Paré também descreveu os resultados da autópsia de uma facada no coração: "Em Turim assisti um cavalheiro que lutou com outro que lhe deu uma espada de impulso sob seu seio esquerdo penetrando a essência do coração. O cavalheiro não deixou, mas atingiu seu inimigo com muitos empurrões até que ele fugiu. O ferido o perseguiu à uma distância de duzentos passos, em seguida, caiu morto. Ao fazer uma autópsia, eu encontrei uma ferida grande na substância do coração, o suficiente para admitir um dedo e uma grande quantidade de sangue no diafragma"⁽³⁰⁾.

De acordo com *Fabricius* "... se o coração está ferido o caso está desesperado, também, se o pericárdio esté ferido... assim é, portanto, desnecessário tentar qualquer tratamento"⁽³¹⁾. *Fabricius* também resumiu sua

frustração de tentar controlar qualquer destes ferimentos. Boerhaave acreditava que : "Todas feridas do coração a uma profundidade suficiente para penetrar ou perfurar qualquer dos ventrículos são mortais... O cirurgião não pode se recusar a curar nenhuma ferida dos membros ou parte interna (do peito), com exceção do coração"^(32,33). Até o final do século XVII, a crença comum acordada com sentimentos de *Boerhaave* que "todo trauma cardíaco penetrante é fatal"⁽³²⁾. *Theodore Billroth* advertiu: "O cirurgião que deve tentar suturar uma ferida do coração perderia o respeito de seus colegas"⁽³⁴⁾. *Paget* acreditava que "a cirurgia do coração provavelmente atingiu o limites estabelecidos pela natureza". No entanto, relatos de sucesso do tratamento lesões cardíacas começaram a surgir. Como muitos avanços cirúrgicos, tempos de guerra trouxeram inovações e novas técnicas para o tratamento de lesões.

Este período antigo, caracterizado pela aceitação da alta mortalidade de qualquer lesão cardíaca, deu lugar ao período de observação e experimentação científica. Entre os séculos XVI e XVII, a fortaleza destes firmes conceitos foi quebrada por *Hollerius* (1498 - 1562), primeiro a avançar o conceito de que feridas do coração podem realmente curar e não são todas necessariamente fatais^(34,35). *Cabriolanus*⁽³⁵⁾, em 1604, descreveu cicatrizes de ferimentos cardíacos em homens enforcados. Em 1642, *Wolf*⁽³⁶⁾ foi o primeiro a descrever uma ferida cardíaca tratada e com bom resultado, embora esta descrição tenha permanecido esquecida por mais de um século.

Tourby⁽³⁷⁾, também em 1642, descreveu o tratamento de um ferimento cardíaco em um homem que sofreu um trauma penetrante anos antes.

Em 1894, *Henry Dalton*, descreveu a primeira sutura em pericárdio após trauma por arma branca, ocorrida em 1891, com boa evolução pós-operatória⁽³⁸⁾. Em relato de caso, *Dalton* descreve receber um paciente de vinte e dois anos de idade com ferimento por arma branca no peito. Foi realizada assepsia da ferida e aplicados curativos antissépticos. Após algumas horas o estado clínico do paciente piorou evoluindo com “respiração encurtada”, “percussão timpânica do tórax”, “queixas de dor” e “aumento da frequência cardíaca”. *Dalton* “realizou uma incisão no quarto espaço intercostal removeu aproximadamente 15 cm de costela e após ligar a artéria intercostal sangrante e remover o sangue contido na cavidade pleural, *Dalton* observou um ferimento transverso no pericárdio de aproximadamente 5 cm de comprimento. Com agulha curva e fio de *catgut* o cirurgião realizou sutura contínua do ferimento, sob grande dificuldade devido aos batimentos do coração. A cavidade pleural foi então irrigada e a incisão do tórax fechada sem alocação de tubo de drenagem”⁽³⁸⁾.

A primeira cirurgia do coração realizada com sucesso e sem nenhuma complicação após trauma cardíaco, foi realizada pelo cirurgião Ludwig Rehn em Frankfurt na Alemanha, quando após receber um paciente vítima de agressão por arma branca com ferimento no tórax, realizou toracotomia e sutura do ventrículo direito na data de 7 de setembro de 1896⁽³⁹⁾.

No Brasil, alguns cirurgiões acompanharam as ideias contrárias ao postulado por *Billroth* e realizaram intervenções no coração. Alfredo José Cardoso foi o primeiro cirurgião brasileiro a realizar uma cirurgia cardíaca em 1900. Sílvio Brauner, realizou em 1927 reparo de ferimento traumático do átrio esquerdo com boa evolução pós-operatória⁽⁴⁰⁾.

Apesar destas novas realizações, Dalton, Rehn e outros cirurgiões ao redor do globo receberam pouco reconhecimento pelas cirurgias bem-sucedidas que realizaram e grande parte da comunidade de cirurgiões ainda achavam que não deveriam realizar cirurgia no coração. A cirurgia cardíaca não foi amplamente aceita entre os cirurgiões de forma geral até a Segunda Guerra Mundial quando os graves ferimentos de guerra obrigaram os cirurgiões à melhorar seus métodos e técnicas cirúrgicas⁽⁴¹⁾.

No período da II Guerra Mundial, foi reconhecido que o tamponamento cardíaco poderia ser tratado com sucesso através da pericardiocentese. Com o advento da circulação extracorpórea por Gibbon⁽⁴²⁾, em 1953, o reparo de lesões mais complexas se tornou possível. Este inaugurou a era moderna do tratamento de lesões para o coração. O diagnóstico da lesão cardíaca e tamponamento também foi facilitada pelo ultrassom portátil tornando-se o padrão de atendimento na avaliação de pacientes com trauma, nos últimos tempos. A avaliação focada, com ultrassonografia para trauma (Focused Assessment Sonography for Trauma - FAST) permite uma avaliação simples, rápida e não-invasiva de reconhecimento do trauma cardíaco⁽⁴³⁾.

Trauma cardíaco, especialmente penetrante, ainda possui alta mortalidade, mas certamente não é mais considerado uniformemente fatal e a tentativa de reparação é agora o padrão de tratamento em pacientes com sinais de vida no momento da chegada ao hospital^(15, 16).

O Anexo I, denominado “*Penetrating Cardiac Injuries: A Historic Perspective and Fascinating Trip Through Time*” revela detalhes da história do trauma cardíaco penetrante e a evolução de seu tratamento no decorrer dos tempos⁽⁴⁴⁾.

1.2. ATENDIMENTO INICIAL

O atendimento inicial dos pacientes com lesões cardíacas traumáticas não varia do padrão proposto pelos protocolos do ATLS® (*Advanced Trauma Life Support*). A principal prioridade é garantir a permeabilidade das vias aéreas e estabelecer oxigenação e ventilação adequadas. Isto pode incluir drenagem do espaço pleural para permitir a re-expansão dos pulmões. Subsequentemente, o sistema circulatório é avaliado. É dada prioridade ao estabelecimento de acesso venoso para a administração de solução cristalóide e / ou produtos derivados do sangue, conforme o grau de choque hipovolêmico apresentado pelo paciente na admissão na sala de emergência. Se houver suspeita de tamponamento cardíaco, este deve ser confirmado através do FAST⁽⁴⁵⁾. Protocolos de transfusão massiva são mandatórios em instituições que recebem pacientes vítimas de trauma e devem ser acionados através de preditores simples como o ABC escore⁽⁴⁶⁾.

1.3 DIAGNÓSTICO

A abordagem diagnóstica em pacientes com lesões cardiovasculares penetrantes evoluiu nos últimos 60 anos, em grande parte, com base na experiência militar. O diagnóstico clínico destas lesões é usualmente óbvio. Por outro lado, o tamponamento cardíaco pode não ser tão simples de ser clinicamente diagnosticado já que a Tríade de Beck (hipotensão, abafamento de bulhas e turgência jugular) pode não estar presente em grande parte dos casos, estimando-se sua ocorrência em aproximadamente 10% dos casos⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾.

O tamponamento deve ser considerado sempre que há hipotensão

associada com uma lesão penetrante no tórax ou epigástrico. De forma aguda, cerca de 200 mililitros de sangue que se acumulam no saco pericárdico podem resultar em transgressão fisiológica. Os pacientes podem apresentar-se agitados ou combativos – como provavelmente se apresentariam na presença de choque hemorrágico. Extremidades frias e vasoconstricção são um sinal comum, mas como outros demais, inespecíficos. Variação em queda de 3 a 6 mmHg na pressão arterial sistólica em conformidade com a inspiração pode ser observada (pulso paradoxal). Mecanismos compensatórios iniciais no tamponamento cardíaco incluem taquicardia, aumento da contratilidade e menor pré-carga do ventrículo direito. No entanto, com o aumento do volume dentro do saco pericárdio, a pressão entre o miocárdio e pericárdio aumenta para o nível de pressão diastólica final do ventrículo direito (RVEDP). Até este ponto, o débito cardíaco é mantido. Conforme mais sangue se acumula, a pressão pericárdica e RVEDP aumentam e equilibram com a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo e, por esta altura, diminuição do débito cardíaco é aparente. A isquemia do miocárdio pode ocorrer já que a pressão de perfusão coronária diminui.

Embora com alta taxa de falsos positivos, uma medida temporária muitas vezes bem sucedida, principalmente no ambiente pré-hospitalar ou em atendimentos de emergência sem a presença de um cirurgião, no tratamento do tamponamento cardíaco é a pericardiocentese. A pericardiocentese pode induzir arritmias ou laceração miocárdica ou das artérias coronárias. Atualmente este procedimento vem caindo em desuso com a presença do ultrassom na sala de emergência e equipes melhor capacitadas nos pronto socorros do país⁽¹⁾.

A medição precisa de pressão venosa central é uma importante manobra

diagnóstica inicial. Se a pressão venosa é superior a 15 cmH₂O de solução salina este método seria essencialmente diagnóstico. A pressão venosa central entretanto pode ser falsamente elevada devido as manobras de reanimação, tremores ou cateter venoso central mal posicionado.

As radiografias de tórax são de valor limitado na avaliação inicial do paciente com ferimento penetrante do coração. A silhueta cardíaca não se apresenta alargada em cerca de 80% dos pacientes com tamponamento cardíaco agudo, já que o fibroso saco pericárdio não obteve tempo suficiente para ampliar, como ocorrem nas doenças crônicas. Pelo menos 250 ml de fluido pericárdico devem estar presentes para detectar aumento da área cardíaca sob perspectiva radiográfica. Ocasionalmente pneumopericárdio pode ser detectado. O exame teleradiográfico do tórax pode ser útil, no entanto, quando realizado na sala de emergência para detectar o trajeto e localização do projétil nos casos de ferimentos penetrantes produzidos por arma de fogo.

O eletrocardiograma pode sugerir tamponamento se a voltagem do complexo QRS é baixa ou se o eixo QRS dominante muda constantemente (alternância elétrica).

Efusão pericárdica massiva se traduz na seguinte tríade:

1. Baixa voltagem do complexo QRS
2. Taquicardia Sinusal
3. Alternância elétrica

Baixa voltagem do QRS é observada quando a amplitude eletrocardiográfica dos complexos é menor que 5 mm nas derivações dos membros (aVF, aVL, aVR) e/ou menor que 10 mm nas derivações precordiais.

Este fenômeno é causado ou pelo aumento progressivo de líquido (sangue) entre as camadas do coração e o eletrodo, ou pela perda da viabilidade cardíaca, ou pela infiltração difusa do músculo cardíaco. A alternância elétrica é secundária ao coração "flutuante" dentro do saco pericárdio e ocorre como consequência de ondas normais do complexo QRS alternarem em altura no eletrocardiograma (Figura 1). Elevação do segmento ST podem ser observadas. Um eletrocardiograma (ECG) normal não exclui uma lesão cardíaca. Deve ser antecipado que feridas específicas das artérias coronárias e da área de condução do coração podem estar associadas a alterações específicas no ECG⁽⁵⁰⁾.

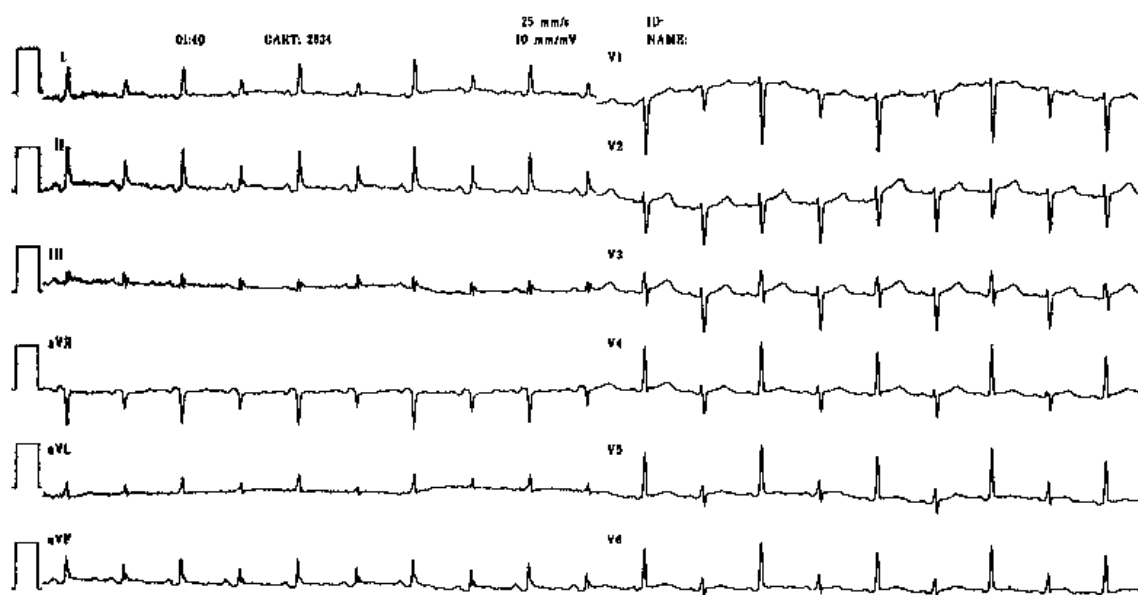


Figura 1: Tríade eletrocardiográfica presente na efusão pericárdica massiva. (A. Baixa voltagem do complexo QRS, B. Taquicardia Sinusal, C. Alternância elétrica) – arquivo pessoal, cedido por *Dr. David R King*.

A variabilidade da frequência cardíaca vêm sendo estudada como preditor de lesões graves para pacientes vítimas de trauma, entretanto ainda não existem estudos específicos para lesões contusas ou penetrantes do coração^(51,52).

Certamente, de maior valor diagnóstico nesta população de pacientes é a ecocardiografia transtorácica. Nagy et al⁽⁵³⁾ relataram retrospectivamente 121 pacientes clinicamente estáveis com feridas penetrantes na topografia anatômica do coração. Doze ferimentos cardíacos penetrantes foram detectados e tratados com sucesso. Nenhuma lesão significativa foi perdida ou não diagnosticada⁽⁵³⁾. O ecocardiograma bidimensional é uma ferramenta rápida, não invasiva, e precisa para avaliar trauma penetrante do coração seja em pacientes estáveis ou instáveis (Figura 2). Esta modalidade diagnóstica possui uma precisão superior a 90%, especificidade e sensibilidade na detecção de derrames pericárdicos e o desempenho técnico e habilidade para realização dos exames são aprendidos rapidamente. Em pacientes entubados e com pressão expiratória final positiva (PEEP) mais elevada, o ecocardiograma transesofágico pode ser mais valioso do que o eco transtorácico.



Figura 2: Exame ultrassonográfico do coração realizado na sala de emergência (FAST) – arquivo pessoal, cedido por *Dr. David R King*.

A tomografia computadorizada (TC) de tórax, preferencialmente com múltiplos cortes (*multislice*), pode comprovar presença do hemopericárdio e lesões associadas dando informações detalhadas de lesões pulmonares e eventuais

hemo/pneumotóraces. Este método com alta especificidade e sensibilidade também pode mostrar a localização exata do corpo estranho, se presente, entretanto é uma modalidade exclusiva para um seleto grupo de pacientes admitidos hemodinamicamente estáveis na sala de emergência.

A janela pericárdica é usada para diagnóstico e, mais frequentemente, de forma terapêutica para a drenagem de sangue acumulado no pericárdio. Este procedimento envolve a incisão do pericárdio, para drenagem externa. O conteúdo pode ser drenado através das seguintes formas: Acesso subxifoideo (mais comumente utilizado em lesões traumáticas), acesso transdiafragmático, via toracoscopia, ou por toracotomia⁽⁵⁴⁻⁵⁸⁾. Apesar de ser um método invasivo com sensibilidade próxima de 100% a janela pericárdica vem sendo cada vez menos utilizada na maioria dos centros, ficando reservado para doentes com estabilidade hemodinâmica em que já existe outra indicação para cirurgia, como exemplo em lesão abdominal associada⁽⁵⁴⁾. Além de método diagnóstico, a janela pericárdica tem sido proposta como método terapêutico definitivo.

Apesar do papel da videotoracoscopia não estar completamente definido no trauma cardíaco ela pode ser usada em pacientes com suspeita de hemopericárdio que estão hemodinamicamente estáveis. Apesar de pouco utilizada a toracoscopia vídeo-assistida é um método com alta sensibilidade, especificidade e acurácia (100%, 96% e 97% respectivamente), além de permitir o diagnóstico de lesões concomitantes em caixa torácica e diafragma.

1.4 TRATAMENTO

O tratamento de emergência de um paciente vítima de trauma deve seguir os preceitos do ATLS[®], e atenção prioritária deve ser dada às lesões que ameaçam à vida, seja por obstrução das vias aéreas (A), alterações de ventilação e respiração, como pneumotórax hipertensivo (B) e alterações que modifiquem gravemente a perfusão, como o choque hemorrágico e tamponamento cardíaco (C).

Sistemas maduros de atendimento pré-hospitalar oferecem principalmente nos grandes centros atendimento capacitado e rápido, permitindo assim que pacientes vítimas de trauma penetrante do coração cheguem vivos às salas de emergência e sejam submetidos à procedimentos salvadores. A estabilização em campo, de pacientes vítimas de lesão cardíaca penetrante devem consistir em garantia das vias aéreas através da intubação orotraqueal e reanimação conforme protocolo do ATLS[®]. Intubação orotraqueal é comprovadamente um método que aumenta a duração e tolerância de pacientes em parada cardíaca com menos de 5 minutos^(9,10,60-64). Alguns autores sugerem inclusive, reanimação cardiopulmonar na cena quando o indivíduo é encontrado em parada cardiorrespiratória^(9,10). O retorno de atividade elétrica organizada fornece a melhor oportunidade de sobrevivência para esta população de pacientes críticos.

O protocolo para tratamento de pacientes com trauma cardíaco penetrante pode ser subdividido com base nos sinais vitais do paciente mediante sua admissão no hospital. Este grupo de pacientes assim se subdivide espontaneamente em pacientes estáveis e instáveis. A abordagem do paciente estável (pressão arterial sistólica superior a 90 mmHg) permite uma avaliação mais completa, incluindo radiografia de tórax e ecocardiograma. Os pacientes

instáveis (pressão arterial sistólica inferior a 90 mmHg) são reanimados e quando não responsivos levados diretamente para a sala de cirurgia para a exploração. Determinação de ativação de protocolo de transfusão massiva depende dos critérios estabelecidos no escore ABC (3 critérios) e incluem:

1. Frequência Cardíaca na Sala de Emergência (SE) ≥ 120
2. Pressão Arterial Sistólica na Sala de Emergência (SE) ≤ 90 mmHg
3. FAST positivo
4. Mecanismo penetrante de trauma

Pacientes com perda de sinais vitais presenciados pelo cirurgião assistente (parada cardíaca em assistolia ou AESP) durante a admissão na sala de emergência são tratados com Toracotomia de Emergência⁽⁵⁹⁻⁶⁵⁾.

A toracotomia de reanimação é um procedimento de grande valia quando aplicado sob restrita e precisa indicação. Quando realizada neste cenário a toracotomia de reanimação, clampeamento aórtico e cardiografia são medidas salvadoras em aproximadamente 10% de todas lesões cardíacas penetrantes^(9-13,60-65,67), entretanto uma vasta disparidade de bons resultados prognósticos já foram reportados na literatura variando de 0% a 72%. A maior parte destes são séries retrospectivas com descritivos de lesão de baixa intensidade, velocidade ou grau. *Asensio, Wall* e outros pertencentes da força tarefa do Comitê de Trauma do Colégio Americano dos Cirurgiões⁽⁶⁷⁾ após extensa análise da literatura produziram um guia prático para realização da toracotomia de emergência.

Pacientes que chegam instáveis porém respondem compensatoriamente às medidas clínicas realizadas na sala de emergência devem ser conduzidos à sala de cirurgia. A indicação do tratamento cirúrgico não deve ser prolongada e requer

eleição judiciousa sobre qual abordagem deva ser adotada^(61,66). A decisão desafortunada da incisão cirúrgica para acesso ao ferimento cardíaco, pode ser decisiva no prognóstico do paciente e o divisor de águas para um prognóstico reservado, considerando o momento crítico e comprometimento hemodinâmico em que o paciente vítima de trauma penetrante do coração pode se encontrar. Desta forma torna-se imprescindível que o cirurgião do trauma conheça as incisões mais comuns para o tratamento das lesões cardíacas, penetrantes ou não. São acessos comuns: A) esternotomia, B) toracotomia anterolateral esquerda, C) toracotomia posterolateral, D) toracotomia “em livro aberto”, E) toracotomia bilateral.

A esternotomia ou esternotomia mediana descrita por *Duval*⁽⁶⁸⁾, é a incisão de escolha para pacientes com algum grau de instabilidade, compensados, com ferimento precordial penetrante. Esta incisão requer expertise do cirurgião e promove boa exposição da área cardíaca e grandes vasos. A toracotomia anterolateral esquerda descrita por Spangaro⁽⁶⁹⁾ em 1906, é a incisão de escolha para o paciente admitido na sala de emergência em “*extremis*”. Esta incisão deve ser usada como meio de acesso para reanimação cardiopulmonar na sala de emergência e acesso às câmaras cardíacas. A toracotomia anterolateral esquerda pode, eventualmente, ser ampliada para toracotomia anterolateral bilateral ou “*clamshell*” extendendo-se através do osso esterno nos casos de ferimentos transfixantes do mediastino. As toracotomias em livro aberto são menos rotineiramente utilizadas. São empregadas quando da necessidade de expansão da esternotomia para visualização de lesões do parênquima pulmonar ou vasculares altas como lesões de artéria subclávia.

1.4.1 TÉCNICA CIRÚRGICA

Uma vez que a exposição cirúrgica foi obtida, todas as lesões cardíacas devem ser classificadas conforme proposto pela *Associação Americana para a Cirurgia do Trauma* (AAST-OIS) para lesões cardíacas.

1.4.1.1 Reparação de ferimentos atriais

Lesões atriais não complexas podem ser controladas por pinça *Satinsky*. A oclusão do ferimento traumático com esta pinça vascular permite ao cirurgião realizar o reparo usando sutura com fio monofilamentar de polipropileno 2-0 ou 3-0 de forma contínua ou interrompido. Os átrios cardíacos possuem paredes demasiadamente finas e exigem certo grau de gentileza por parte do cirurgião durante a sutura, já que podem facilmente lacerar resultando em ampliação da área da ferida traumática original. A utilização de material de prótese biológica sob a forma “*patch*” ou suporte para a sutura não é recomendado para o tratamento destes ferimentos.

1.4.1.2 Reparação de ferimentos ventriculares

Ferimentos dos ventrículos cardíacos podem ser reparados após oclusão digital da laceração com suturas simples ou preferencialmente suturas simples interrompidas com fio monofilamentar de polipropileno 4-0 ou fios mais finos como de prática para o cirurgião cardíaco experiente.

A reparação de lacerações cardíacas causadas por arma branca é geralmente menos desafiador do que a reparação de ferimentos provocados por arma de fogo. Estes ferimentos tendem a produzir maior destruição tecidual

causando maiores dificuldades em sua reparação. Frequentemente, as lesões causadas por projétil de arma de fogo que foram inicialmente suturadas e controladas posteriormente ampliam; resultante da energia e cavitação temporária provocada pelo projétil sobre o miocárdio; fazendo com que o miocárdio torne-se mais friável. Muitas vezes, essas lesões requerem múltiplas suturas em uma tentativa desesperada de controlar o sangramento torrencial. Neste cenário, materiais bio-compatíveis como *Teflon* são necessários para reforçar a linha de sutura.

1.4.1.3 Tratamento de lesões da artéria coronária

O reparo de feridas ventriculares adjacentes às artérias coronárias pode ser desafiador para o cirurgião de trauma. Suturas tecnicamente indevidas podem resultar em estreitamento ou obstrução de uma artéria coronária ou um de seus ramos. Conseqüentemente, recomenda-se que as suturas sejam realizadas abaixo do leito da artéria utilizando suturas em “U” ou do tipo *Halsted*. Lacerações em topografias proximais das artérias coronárias podem exigir o uso de derivação cardiopulmonar para reparação. Embora este seja um procedimento relativamente raro e complexo para o cirurgião do trauma, é neste caso necessário, já que a maioria desses pacientes muitas vezes sucumbem.

Em casos extremos, quando ferimentos nas artérias coronárias proximais são ligadas, infarto imediato do miocárdio são observados na mesa de cirurgia. Esta população minoritária de pacientes pode se beneficiar da instituição de balão intra-aórtico de contra-pulsção ou ponte aorto-coronariana imediata, no entanto, sua mortalidade é bastante alta. Da mesma forma, lacerações no terço médio da

artéria coronária são tratados como lesões proximais. Lacerações de artérias coronárias distais, devem ser tratadas com ligadura.

1.5 COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS

Ocasionalmente, as lesões são reconhecidas dias após a lesão inicial. Estas são muitas vezes *shunts* intracardíacos, descompensação valvular (manifestando-se com hipotensão, edema pulmonar e novos sopros), e aneurismas ventriculares. A ecocardiografia e cateterismo cardíaco são muitas vezes necessários para caracterizar as anormalidades. O paciente também pode desenvolver a síndrome pós-pericardiotomia, manifestando-se com febre, dor torácica, derrame pleural, atrito pleural, e um ECG consistente com sinais de pericardite (anormalidades do segmento ST difusamente). Estes pacientes são frequentemente tratados com medicamentos antiinflamatórios não esteroidais.

1.6 IMPACTO DO FERIMENTO CARDÍACO PENETRANTE NO HOSPITAL DE CLINICAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

A regular incidência de ferimentos penetrantes, em especial, do coração despertou a necessidade da Disciplina de Cirurgia do Trauma do Departamento de Cirurgia da Universidade Estadual de Campinas, estudar mais profundamente estas lesões potencialmente fatais com objetivo de reconhecer as necessidades para o atendimento das vítimas que se apresentam com estes ferimentos na sala de emergência do Hospital de Clínicas e aprimorar as técnicas para tratamento destas lesões. Desta forma, com dados e evidência local, espera-se que oportunidades sejam lançadas para criação de protocolos baseados em fatores de

risco e apure-se métodos diagnósticos tanto quanto o estabelecimento de condutas baseadas em evidências atuais.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é descrever e comparar as variáveis associadas no trauma cardíaco penetrante em pacientes admitidos nos últimos 20 anos no Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, identificando os fatores de risco para complicações (em geral) e taxa de mortalidade. O objetivo secundário deste manuscrito é determinar se as melhorias locais no atendimento pré-hospitalar têm se refletido em melhor prognóstico nos pacientes que apresentam lesão cardíaca por trauma penetrante admitidos nesta mesma instituição.

3.1.0 – MÉTODOS

Este estudo de corte transversal foi desenvolvido no Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, um hospital universitário de complexidade terciária, que atende pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS), provenientes da Região Metropolitana de Campinas (RMC), no estado de São Paulo, com população estimada de 2,7 milhões de habitantes. É também referência em emergência para diversas outras cidades da região. Todas as vítimas de trauma foram tratadas com base nas diretrizes do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS®). Após aprovação do Conselho de Ética e Pesquisa (protocolo 540/2009), cada caso de ferimento cardíaco foi registrado no banco de dados da Divisão de Cirurgia Trauma (software EPI INFO versão 6.04) e posteriormente analisado.

Foram analisadas a prevalência e os resultados de todas as lesões cardíacas admitidas nesta instituição hospitalar entre Janeiro de 1990 a Dezembro de 2009. Por causa das mudanças substanciais que ocorreram no sistema de Atendimento Pré-Hospitalar (APH), incluindo implantação do SAMU na região de Campinas em 1995, capacitação do Corpo de Bombeiros e de profissionais de saúde do segmento intra-hospitalar, todos pacientes incluídos nesta pesquisa foram divididos em dois grupos: Grupo 1, pacientes com trauma cardíaco internado no período de Janeiro de 1990 a Dezembro de 1999 (antes das mudanças no sistema de APH) e Grupo 2, pacientes com trauma cardíaco admitidos no período de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2009 (após as mudanças no sistema de APH). Pacientes menores de 14 anos atendidos pelo Departamento de Pediatria ou pela Divisão de Cirurgia Pediátrica foram excluídos. Não houve

restrições de sexo como critérios de inclusão. O primeiro passo no método de seleção foi a identificação das vítimas de trauma cardíaco. Para cada paciente incluído, um registro epidemiológico e com informações relacionadas ao trauma foi criado, denominado Registro de Trauma HC. Nome, idade, sexo, mecanismo de lesão, achados clínicos na admissão, diagnóstico, achados cirúrgicos e tratamento, complicações, Escore de Trauma Revisado (*RTS*)⁽⁷⁰⁾, Escala de Lesão de Órgãos (*AAST- OIS*)⁽⁷¹⁾, Escore de Severidade de Lesões (*ISS*)⁽⁷²⁾, Escore de Sobrevida (*TRISS*)⁽⁷³⁾, e o tempo de permanência hospitalar, como mais especificado a frente. O *RTS* foi registrado no momento da admissão do paciente no pronto-socorro⁽⁷⁰⁾. O *ISS* e *TRISS* foram calculados dentro das primeiras 24h^(72,74). A gravidade da lesão cardíaca foi classificada de acordo com o *OIS* desenvolvido pela Associação Americana para a Cirurgia do Trauma (*AAST*)⁽⁷¹⁾. Pacientes com lesão cardíaca oriunda de trauma contuso foram excluídos deste estudo. Cirurgiões de trauma admitiram os pacientes vítimas de trauma cardíaco penetrante na sala de emergência e trataram lesões cardíacas complexas, com cooperação da equipe de cirurgia cardíaca do Hospital de Clínicas.

Pacientes hipotensos (PAS <90mmHg), hemodinamicamente instáveis e / ou com débito inicial de drenagem de torácica >1,500 mL foram levados para a sala de cirurgia para toracotomia anterolateral de emergência. Pacientes que encontravam-se hemodinamicamente estáveis após avaliação inicial, tiveram a lesão cardíaca investigada por um ou mais dos seguintes exames: ecocardiograma, janela pericárdica (JP) (através de incisão subxifóidea), tomografia computadorizada *multislice*, ou toracoscopia. Para a JP, realizou-se incisão na linha média de aproximadamente 5 a 10 cm logo abaixo do apêndice

xifóide⁽⁵⁴⁾. Após a seção da pele e tecido subcutâneo, o cirurgião diseca cranialmente sob o xifóide. Após diérese do recesso pericárdio-frênico, visualiza-se o saco pericárdico. Para evitar erros de interpretação, acurada hemostasia é necessária. Pode-se também executar a janela transdiafragmática, procedimento que permite o rápido diagnóstico de lesão cardíaca em pacientes nos quais a prioridade é a laparotomia^(75,76). FAST foram realizados na sala de emergência em todos os pacientes desde 2008, quando equipamentos e treinamento de pessoal permitiu o uso do novo método. Em pacientes hemodinamicamente estáveis (PAS >90 mmHg), FAST positivo sugeria indicação de JP antes de proceder ao tratamento definitivo, de acordo com o protocolo de equipe de cirurgia do trauma.

3.1.1 – Tipo de Estudo

Trata-se de estudo de grupo populacional restrito (traumatizados conduzidos à Unidade de Emergência Referenciada – UER do HC – UNICAMP) de corte transversal não concorrente (retrospectivo) de casos registrados prospectivamente em protocolo da Disciplina de Cirurgia do Trauma do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas.

3.1.2 – Variáveis estudadas

Variáveis como sexo, idade, mecanismo do trauma (penetrante), pressão arterial sistólica (PAS), escala de coma de Glasgow (GCS), frequência cardíaca e respiratória (FC e FR), localização da lesão, grau de lesão (AAST-OIS), lesões associadas, complicações, *Escore de Trauma Revisado* (RTS), *Escore de Gravidade das Lesões* (ISS), *Escore de Gravidade das Lesões no Trauma*

(TRISS), e o tempo de permanência hospitalar, foram analisados.

Tabela 1 – Classificação da Lesão Cardíaca (AAST-OIS)⁽⁷¹⁾.

Grau	Descrição da Lesão	AIS-90
I	Lesão cardíaca contusa com pequena anormalidade do ECG (alterações inespecíficas da onda ST ou T, contração atrial prematura ou contração ventricular ou taquicardia sinusal persistente)	3
	Ferida pericárdica fechada ou penetrante, sem lesão cardíaca, tamponamento cardíaco ou herniação cardíaca	3
II	Lesão cardíaca contusa com bloqueio cardíaco ou alterações isquêmicas sem insuficiência cardíaca	3
	Ferida cardíaca penetrante tangencial que não se estende através de endocárdio, sem tamponamento	3-4
III	Lesão cardíaca contusa com contrações ventriculares irregulares sustentadas ou multifocais	3-4
	Lesão cardíaca contusa ou penetrante com ruptura septal, insuficiência pulmonar ou tricúspide, disfunção do músculo papilar ou oclusão da artéria coronária distal sem insuficiência cardíaca	3-4
	Laceração pericárdica por trauma contuso com herniação cardíaca	3-4
	Lesão cardíaca contusa com insuficiência cardíaca	3-4
	Lesão cardíaca penetrante tangencial ao miocárdio, mas não através do endocárdio, com tamponamento	3
IV	Lesão cardíaca contusa ou penetrante com ruptura septal, incompetência pulmonar ou tricúspide, disfunção do músculo papilar ou oclusão da artéria coronária distal produzindo insuficiência cardíaca	3
	Lesão cardíaca contusa ou penetrante com incompetência mitral ou aórtica	3
	Lesão cardíaca contusa ou penetrante do ventrículo direito, átrio direito ou esquerdo	5
V	Lesão cardíaca contusa ou penetrante com oclusão da artéria coronária proximal	5
	Perfuração contusa ou penetrante do ventrículo esquerdo	5
	Lesões estreladas com mais de 50% de perda de tecido do ventrículo direito, átrio direito ou esquerdo	5
VI	Avulsão contusa do coração	6
	Lesão cardíaca penetrante com mais de 50% de perda de tecido de uma câmara cardíaca	6

Avance um grau quando múltiplos ferimentos penetrantes de uma única câmara ou de múltiplas câmaras cardíacas

AIS 90: Escala de Lesão Abreviada (*Abbreviated Injury Score*)

Os índices de trauma levam em conta parâmetros anatômicos e fisiológicos isoladamente ou conjuntamente, no caso dos índices mistos. Embora não se tenha ainda um escore plenamente ideal, será feita uma breve apresentação dos índices adotados no presente estudo e, como calculá-los⁽⁷⁴⁻⁷⁶⁾.

3.1.2.1 Escala de Gravidade Abreviada de Lesões (“*Abbreviated Injury Scale*” ou AIS)

A AIS é uma lista que contém lesões de todos os segmentos corpóreos, divididas pela gravidade. Cada lesão recebe um valor, com gravidade crescente, que varia de 1 (lesão mínima) a 6 (lesão geralmente fatal). Foi publicado pela primeira vez em 1971, sendo revisada periodicamente, entretanto a revisão de 1990 a mais utilizada (*American Association for Automotive Medicine*, 1990). A AIS não é utilizada isoladamente como índice de trauma, mas é importante, pois serve de base para outros índices prognósticos. A versão da AIS, em 1990, detalha melhor as lesões da cabeça, tórax e abdome, além de introduzir as lesões vasculares do cérebro e diferenciar precisamente a extensão das lesões⁽⁷⁷⁾.

3.1.2.2 Escore de Trauma Revisado (“*Revised Trauma Score*” ou RTS)

O RTS é um índice fisiológico, que utiliza para seu cálculo a Escala de Coma de Glasgow (GCS), a pressão arterial sistólica (PAS) e a frequência respiratória (FR) do paciente no momento de sua admissão no serviço médico, sendo que cada um destes parâmetros foram divididos em cinco valores (0 a 4), aproximados de acordo com a probabilidade de sobrevivência em cada um deles. Após a combinação de resultados e função logística, foram obtidos pesos

diferentes para cada um dos parâmetros, assim sendo: $RTS = 0.9368 \times GCS + 0.7326 \times PAS + 0.2908 \times FR$; onde a GCS, PAS e FR representam cada um deles valores de 0 a 4, conforme sua gravidade, apresentado na Tabela 2. Isto posto, o RTS varia de 0 a aproximadamente 8, sendo seu valor máximo exatamente 7,8408⁽⁷⁰⁾.

Escala de Coma de Glasgow	Pressão arterial sistólica (mmHg)	Frequência respiratória (irpm)	Valor
13 - 15	> 89	10 - 29	4
9 - 12	76 - 89	> 29	3
6 - 8	50 - 75	6 - 9	2
4 - 5	1 - 49	1 - 5	1
3	0	0	0
0.9368	0.7326	0.2908	Constante

Tabela 2: Escore de Trauma Revisado – RTS⁽⁷⁰⁾

O RTS é um prático índice fisiológico, porém não é um bom preditor para identificar, por exemplo, pacientes sujeitos a infecção, ou para inferir resultados em traumatizados graves internados em unidade de terapia intensiva^(78, 79).

3.1.2.3 Índice de Gravidade da Lesão (“*Injury Severity Score*” ou ISS)

O Índice de Gravidade da Lesão (*Injury Severity Score* ou ISS) é utilizado para quantificar a gravidade das lesões em pacientes traumatizados. Este índice divide o corpo humano em seis segmentos: cabeça e pescoço; face; tórax; abdome e órgãos pélvicos; extremidades e ossos da pelve e superfície externa. Em cada segmento cada lesão recebe uma pontuação de 1 a 6, tendo como base os critérios da AIS, segundo os quais: 1, representa lesão menor; 2, lesão

moderada; 3, lesão maior ou grave; 4, lesão severa; 5, lesão crítica; e 6, lesão fatal. Considera-se apenas a lesão mais grave em cada segmento. A seguir, tomam-se os três segmentos que apresentaram as lesões mais graves, ou seja, com os maiores valores, excluindo-se os demais segmentos, eleva-se cada um desses três valores ao quadrado e somam-se os três quadrados, obtendo o valor do ISS. Pacientes com lesão isolada em um único segmento ou casos em que apenas dois segmentos corpóreos apresentam lesão têm o índice calculado considerando apenas os segmentos lesados. Pacientes com lesão fatal, com pontuação 6 automaticamente terão um ISS de 75. Os valores do ISS variam de 1 a 75, com a mortalidade sendo diretamente proporcional ao aumento deste valor⁽⁷²⁾.

3.1.2.4 TRISS

Utilizando os resultados obtidos no RTS e no ISS, a idade do paciente e o tipo de trauma, penetrante ou fechado, pode-se calcular o TRISS que é um índice misto. Esses valores são aplicados a uma tabela, a TRISSCAN, que determinará a probabilidade de sobrevivência e sua significância⁽⁷³⁾. É calculado através da seguinte fórmula: $P(s) = 1/(1+e^{-b})$, onde $P(s)$ é a probabilidade de sobrevivência de um determinado traumatizado e $b = b_0 + b_1 (RTS) + b_2 (ISS) + b_3$ (constante de idade). O “e” representa a base do logaritmo Neperiano (aproximadamente 2,718282). A constante de idade associada com o coeficiente b_3 é igual a zero para todos os pacientes com idade inferior ou igual a 54 anos e igual a 1 em pacientes com idade maior que 54 anos⁽⁷⁰⁾. A tabela TRISSCAN (Anexo II) já apresenta os valores calculados para cada valor de RTS e ISS, sendo que cada célula, resultado da intersecção dos valores de RTS e ISS contém quatro valores

de probabilidade de sobrevida, levando em consideração o tipo de trauma e a idade do paciente: esquerda superior, traumatismo fechado em paciente com idade ≤ 54 anos; direita superior, traumatismo penetrante em paciente com idade ≤ 54 anos; esquerda inferior, traumatismo fechado em paciente com idade > 54 anos; direita inferior, traumatismo penetrante em paciente com idade > 54 anos.

Para uma maior eficiência do TRISS é fundamental o reconhecimento e classificação adequada de todas as lesões, seja através do exame físico, de exames de imagem, ou através de cirurgia. Em casos de autópsia, as lesões podem ser reclassificadas para tornar mais preciso o resultado do TRISS⁽⁸⁰⁾.

Com o TRISS, consideram-se pacientes com evolução inesperada aqueles que vem evoluir a óbito com probabilidade de sobrevida maior que 50% (TRISS > 0.50). Estes pacientes são definidos como óbitos inesperados, podendo ser classificados como francamente evitáveis, potencialmente evitáveis ou inevitáveis em reuniões de morbidade e mortalidade dentro de um processo de auditoria e controle de qualidade no serviço⁽⁸¹⁻⁸³⁾.

3.2 - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

Por ser um estudo retrospectivo, com análise de prontuário, foi solicitado ao Comitê de Ética e Pesquisa da FCM - UNICAMP a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo mantido o anonimato dos pacientes e seguido a resolução 196/96; protocolo 540/2009 (Anexo III).

3.3 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas pelo Departamento de Estatística

da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas através de *Software* de análise estatística do sistema Windows, versão 9.2 (SAS Institute Inc., 2002-2008, Cary, NC, EUA) na seguinte ordem:

- Para verificar associação entre determinadas variáveis, o teste do qui-quadrado ou teste de Fisher foi utilizado.
- Para comparar medidas contínuas entre dois grupos, foi utilizado o teste de Mann-Whitney.
- Para identificar as complicações-fatores de risco associados, regressão logística simples e múltipla de Cox foram aplicadas, sendo também calculada a razão de risco (HR).

Como a regressão logística tem o objetivo de estimar a razão de chances (*Odds Ratio*) e o objetivo dos autores seria buscar os fatores de risco, foi orientado assim, à utilizar a regressão de Cox. Este foi, portanto, realizado para avaliar a morbidade e mortalidade após trauma penetrante cardíaco (taxa de risco).

Um intervalo de confiança (IC) de 95% foi estabelecido, e o nível crítico para a rejeição da hipótese da nulidade, a partir do qual a diferença foi considerada como estatisticamente significativa, foi de 5% ($p < 0,05$).

Todas as variáveis contínuas foram expressas em média \pm desvio padrão. Os dados categóricos foram expressos em frequência e porcentagem.

Available online at www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

journal homepage: www.JournalofSurgicalResearch.com

Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university teaching hospital

Bruno Monteiro Tavares Pereira, MD, MSc, FCCM,^{a,*} Vitor Baltazar Nogueira, MD,^b
Thiago Rodrigues Araújo Calderan, MD,^a Marcelo Pinheiro Villaça, MD, MSc,^a
Orlando Petrucci, MD, PhD,^c and Gustavo Pereira Fraga, MD, PhD, FACS^a

^aDivision of Trauma Surgery, Department of Surgery, School of Medical Sciences (FCM), University of Campinas-UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brazil

^bUNICAMP, São Paulo, Brazil

^cDivision of Cardiac Surgery, Department of Surgery, School of Medical Sciences (FCM), University of Campinas-UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 December 2012

Received in revised form

4 January 2013

Accepted 8 February 2013

Available online 5 March 2013

Keywords:

Trauma

Cardiac trauma

Penetrating injuries

ABSTRACT

Background: Penetrating traumas, including gunshot and stab wounds, are the major causes of cardiac trauma. Our aim was to describe and compare the variables between patients with penetrating cardiac trauma in the past 20 y in a university hospital, identifying risk factors for morbidity and death.

Methods: Review of trauma registry data followed by descriptive statistical analysis comparing the periods 1990–1999 (group 1, 54 cases) and 2000–2009 (group 2, 39 cases). Clinical data at hospital admission, Injury Severity Score (ISS), Glasgow Coma Scale (GCS), and Revised Trauma Score (RTS) were recorded.

Results: The incidences of penetrating cardiac injuries were steady within the period of study in the chosen metropolitan area. The two groups were similar regarding age, mechanism of trauma (gunshot × stab), and ISS. Group 1 showed lower systolic blood pressure at admission (mean 87 versus 109 mm Hg), lower GCS (12.9 versus 14.1), lower RTS (6.4 versus 7.3), higher incidence of grade IV–V cardiac lesions (7.4% versus 48.7%), and were less likely to survive (0.83 versus 0.93). The major risk factor for death was gunshot wound (13 times higher than stab wound), systolic blood pressure < 90 mm Hg, GCS < 8, RTS < 7.84, associated injuries, grade IV–V injury, and ISS > 25. We observed a tendency in mortality reduction from 20.3% to 10.3% within the period of observation.

Conclusions: Several associated factors for mortality and morbidity were identified. In the last decade, patients were admitted in better physiological condition, perhaps reflecting an improvement on prehospital treatment. We observed a trend toward a lower mortality rate.

© 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.

* Corresponding author. Division of Trauma Surgery, Department of Surgery, School of Medical Sciences (FCM), University of Campinas-UNICAMP, 181 Rua Alexander Fleming, Cidade Universitária Prof. Zeferino Vaz, Campinas 13.083-970, São Paulo, Brazil. Tel.: +55 19 3521 9450.

E-mail address: drbrunomonteiro@hotmail.com (B.M.T. Pereira).

0022-4804/\$ – see front matter © 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2013.02.015>

1. Introduction

Penetrating cardiac injuries have been described since ancient times and are still considered a challenge by trauma surgeons because of their lethality and urgency of treatment. By the turn of the past century, treatment had moved from simple clinical observation to surgical intervention and the diagnostic procedures had advanced from a clinical physical examination to include Focused Assessment Sonography for Trauma (FAST), cardiac echocardiogram, and multislice computed tomography scan [1].

Survival rate of penetrating cardiac injuries has increased because of advances in prehospital care (PHC), fast transportation to trauma-referenced facilities, and advances in perioperative trauma surgery. The outcomes of patients are influenced by the following factors: mechanism of injury, physiological status of the patient on emergency room (ER) admission, cardiac tamponade, severity of cardiac injury, and other acute associated complications and injuries. The mortality rate due to penetrating cardiac injuries ranged from 15% to 40% in our literature review [2–7].

Our aim was to describe and compare the variables associated with patients with penetrating cardiac trauma admitted over the past 20 y, identifying the risk factors for complications (in general) and death rate. The secondary objective of this article was to determine whether local improvements in PHC have been reflected in better prognoses of penetrating cardiac injury patients.

2. Patients and methods

Our hospital facility is one of the tertiary referral centers in trauma care within a metropolitan area corresponding to approximately 2.7 million people. All trauma victims were treated based on the Advanced Trauma Life Support guidelines (ATLS). Each cardiac injury case was prospectively recorded in the Division of Trauma Surgery database (EPI-INFO software, version 6.04; Center of Disease Control and Prevention - CDC).

After institutional review board approval (protocol 540/2009), a retrospective analysis of prospectively recorded data was carried out.

The prevalence and outcome of all hospital-admitted cardiac injuries from January 1990 to December 2009 were analyzed. Because of the substantial changes which had occurred in the PHC system, we divided the patients into two groups: group 1, patients with cardiac trauma admitted within the period January 1990 to December 1999 (before PHC changes) and group 2, patients with cardiac trauma admitted within the period January 2000 to December 2009 (after PHC changes). There were no age or sex restrictions as inclusion criteria. The first step in the selection method was the identification of the cardiac trauma victims. For each patient, a register was completed with the following epidemiologic and trauma-related information: name, age, sex, mechanism of injury, clinical findings on admission, diagnosis, surgical findings and treatment, complications, Revised Trauma Score (RTS) [8], Organ Injury Scale (OIS) [9], Injury Severity

Score (ISS) [10], Trauma-Injury Severity Score (TRISS) [11], and length of hospital stay.

The RTS was registered on the patient's arrival at the ER [8]. The ISS and TRISS were calculated within the first 24 h [10,11].

The severity of cardiac injuries was graded according to the OIS developed by the American Association for the Surgery of Trauma (AAST), Table 1 [9]. Blunt cardiac injury patients were excluded from this study. Trauma surgeons treated complex cardiac injuries with the cooperation of in-house cardiac surgeon staff.

Patients with deep hypotension (systolic blood pressure [SBP] < 90 mm Hg), hemodynamically unstable and/or with an initial chest tube output > 1.5 L were rushed to the operating room for an emergency anterolateral thoracotomy. In patients who were hemodynamically stable at initial evaluation, the cardiac injury was investigated by the following examinations: echocardiogram, pericardial window (PW) (via sub-xiphoid incision), multislice computed tomography scan, or thoracoscopy [12]. In the PW, we usually perform a midline incision of 5–10 cm just below the xiphoid process. After the section of skin and subcutaneous tissue, we continue to dissect cranially under the xiphoid. After dilatation of the pericardial-phrenic recess, we visualize the pericardial sac. To avoid misinterpretation, an accurate hemostasis is necessary. You can also perform the transdiaphragmatic window, which is a procedure that allows rapid diagnosis of cardiac injury in patients in whom the priority is the laparotomy. FAST examinations have been performed in the ER on all patients since 2008, when equipment and training of staff allowed the use of the new method. In hemodynamically stable patients, a positive FAST scan was an indication for an immediate PW (via subxiphoid incision) before proceeding to definitive care in accordance with trauma surgery team protocol.

All continuous variables were expressed as mean \pm standard deviation. The categorical data were expressed as frequency and percentage.

The university's statistics department performed a comparison between the two groups using chi-square test or Fisher test for categorical variables as appropriate. The nonparametric Mann-Whitney test was applied for the comparison of continuous variables between the two groups.

As logistic regression aims to estimate the odds ratios and we were seeking the risk factors, we were thus oriented to use the Cox proportional hazards stepwise regression analysis. This was therefore performed to assess morbidity and mortality after penetrating cardiac trauma (hazard ratio).

3. Results

During a 20-y period, ending in December 2009, 93 patients with penetrating cardiac injury were admitted and managed at our trauma center. Eighty-five patients were male (91.4%) and the average age was 30.8 ± 11.8 y, reflecting a local young male predominance in violent trauma. Forty-five patients (48.4%) sustained stab wounds (SW) and 48 patients (51.6%) were victims of gunshot wounds (GSW). Thirty-two victims (34.4%) were admitted hypotensive (mean 96.2 ± 38.0). The average Glasgow Coma Scale (GCS) of all patients at hospital

Table 1 – Cardiac injury scaling [9].

Grade	Injury description	AIS-90
I	Blunt cardiac injury with minor ECG abnormality (nonspecific ST or T wave changes, premature atrial or ventricular contraction, or persistent sinus tachycardia)	3
	Blunt or penetrating pericardial wound without cardiac injury, cardiac tamponade, or cardiac herniation	3
II	Blunt cardiac injury with heart block or ischemic changes without cardiac failure	3
	Penetrating tangential cardiac wound up to but not extending through endocardium, without tamponade	3–4
III	Blunt cardiac injury with sustained or multifocal ventricular contractions	3–4
	Blunt or penetrating cardiac injury with septal rupture, pulmonary or tricuspid incompetence, papillary muscle dysfunction, or distal coronary artery occlusion without cardiac failure	3–4
	Blunt pericardial laceration with cardiac herniation	3–4
	Blunt cardiac injury with cardiac failure	3–4
IV	Penetrating tangential myocardial wound up to but not through endocardium, with tamponade	3
	Blunt or penetrating cardiac injury with septal rupture, pulmonary or tricuspid incompetence, papillary muscle dysfunction, or distal coronary artery occlusion producing cardiac failure	3
	Blunt or penetrating cardiac injury with aortic or mitral incompetence	3
V	Blunt or penetrating cardiac injury of the right ventricle and right or left atrium	5
	Blunt or penetrating cardiac injury with proximal coronary artery occlusion	5
VI	Blunt or penetrating left ventricular perforation	5
	Stellate injuries <50% tissue loss of the right ventricle and right or left atrium	5
	Blunt avulsion of the heart	6
	Penetrating wound producing >50% tissue loss of a chamber	6
	Advance one grade for multiple penetrating wounds to a single chamber or multiple chamber involvement	

AIS-90 = abbreviated injury score; ECG = electrocardiogram.

admittance was 13.42 ± 3.04 . Nine patients (9.6%) arrived with a GCS rating of <8. The mean value of RTS at ER arrival was 6.81 ± 1.8 . Thirty-nine patients (41.9%) showed the RTS index <7.84, predicting a higher risk of death within this specific population. Four patients (4.3%) underwent emergency department thoracotomy (EDT) on admission due to cardiac arrest, and only one survived.

Regarding diagnostic investigations, PW was performed on 70 patients (75.3%), echocardiogram on 11 (11.8%), and thoracoscopy on seven (7.5%). Five patients presented with obvious heart injury and no diagnostic examinations were performed.

Median sternotomy was the most prevalent incision (48 cases/51.6%), followed by anterolateral thoracotomy (40 cases/43%). Three patients were treated with a clamshell thoracotomy. Two patients presented with SW to the precordium were treated by thoracoscopy and subxiphoid PW.

The most frequent injuries were in the right ventricle (37 cases/39.8%), followed by left ventricle (31 cases/33.3%). There were 13 patients (14%) with grade I injury. Grade IV injuries were prevalent (Table 2). The AAST-OIS mean value was 3.39 ± 1.39 .

The mean ISS was 23.3 ± 9.1 , expressing high severity and multiple anatomic sites injured. Approximately half of such patients (49.5%) had associated thoracic injuries at

hospital admittance. The mean TRISS index was 0.87 ± 0.27 . The mean length of hospital stay was 9 ± 12.2 d.

When comparing the two groups, we observed a reduction in the incidence injuries in group 2 (group 1 = 54 cases versus group 2 = 39 cases) hypothesizing that local PHC changes were effective. The age ranges, injury grades, ISS indices, and injury mechanisms were similar in groups 1 and 2.

Comparing group 1 with group 2, we observed a decrease in the frequency of patients with an RTS index <7.84 (53.7% versus 25.6%; $P = 0.007$). Also, there was a reduction in hypotensive patients (46.3% versus 17.9%; $P = 0.005$) and a reduction in severe lesions (grade IV–V) (74.0% versus 48.7%; $P = 0.012$).

Therefore, we observed that patients in group 1 arrived at hospital in worse physiological condition than those in group 2. As shown in Table 3, group 1 showed lower SBP at hospital admission (87 versus 109 mm Hg; $P = 0.010$), lower GCS score (12.9 versus 14.1; $P = 0.002$), lower RTS (6.4 versus 7.3; $P = 0.006$), more complex cardiac lesions (74% versus 48.7% of injury grade IV or V), higher ISS (24.6 versus 21.6; $P = 0.090$), and a lower probability of survival (TRISS 0.83 versus 0.93; $P = 0.003$).

Table 2 – AAST-OIS injury severity and mortality.

Grade	Number of patients	Mortality (%)
I	13	0
II	18	5.6
III	3	33.3
IV	38	21
V	21	23.8

Table 3 – Variables at hospital admission on groups 1 and 2 (mean and SD values).

Variables	Group 1	Group 2	P value
Age	30.8 (± 12.2)	30.7 (± 11.4)	0.937
SBP	87.0 (± 39.4)	109.0 (± 32.4)	0.010
GCS	12.9 (± 3.2)	14.1 (± 2.5)	0.002
RTS	6.4 (± 2.0)	7.3 (± 1.2)	0.006
ISS	24.56 (± 8.0)	21.62 (± 10.2)	0.090
TRISS	0.83 (± 0.3)	0.93 (± 0.2)	0.003
AAST-OIS	3.56 (± 1.8)	3.15 (± 1.5)	0.354

SD = standard deviation.

We observed a trend in mortality reduction when comparing group 1 with group 2 (20.3% versus 10.3%; $P = 0.063$). The total mortality rate was 16.1%.

SBP at hospital admission (SBP < 90 mm Hg) was associated with higher morbidity in this report (Table 4). Patients with SBP >90 mm Hg were more likely to show an uneventful outcome. Using multivariate with stepwise regression analysis, the SBP <90 mm Hg was the unique variable with high risk for complications (2.32-fold; $P = 0.0078$).

On further analysis of associated morbidity factors, it was observed that a GCS score <8 was associated with worse outcome. An RTS index lower than normal (7.84) implies greater chances of complications (2.07-fold) and death (2.76-fold).

Significant risk factors for mortality were the injury mechanisms (SW versus GSW), SBP, GCS, complications, RTS, and ISS indices, and the grades of injury (AAST-OIS). Injury mechanism was the most significant risk factor for mortality ($P < 0.01$). Patients with GSW to the heart are 13 times more likely to die compared with those with SW. Hypotension increased the chances of death by 2.85-fold. Indeed, hypotension on admission continues to be an important physiological sign and mortality factor. GCS <8 increases the chances of death by 6.22-fold ($P = 0.0005$) and 2.33 more chances of complications ($P = 0.0320$). In our analysis, the incidence of low GCS decreased on group 2 compared with group 1, but with no statistical significance ($P = 0.2949$).

The AAST-OIS grade of injury is another important risk factor for mortality. Each grade decreases the survival chances about 1.65-fold (Table 2). In group 1, the percentage of patients with 4–5 AAST-OIS injury grade was 74.1% and in group 2, 48.7% ($P = 0.0122$). Although the grade of cardiac injury was not a statistically significant risk factor for complications ($P = 0.4574$), it was so for mortality ($P = 0.0469$). Using multivariate with stepwise regression analysis, mechanism of injury was the most important variable with high risk for mortality (12.370-fold; $P < 0.01$).

4. Discussion

This report reflected a period of 20 y of experience of a large trauma center, which serves a population of 2.7 million. Our aim was to describe and compare the variables of patients with penetrating cardiac trauma admitted to our service over the same period, identifying risk factors for complications and death rate. We were not concerned in measuring or identifying one specific complication, so all data on trauma or surgical-related complications were collected and analyzed as one unique factor. Thus, all the diagnosed complications such as surgical site infection, sepsis, atelectasis, empyema, acute arrhythmias, deep venous thrombosis, and pulmonary embolism were considered. The secondary objective of this report was to determine whether local improvements on the PHC system reflected in a better prognosis of admitted penetrating cardiac injury patients. The PHC local improvements were (1) a greater number of basic and advanced (physician on board) ambulances, (2) an up-to-date training program for emergency medical technicians, and (3) the employment of a Rotating Wing Emergency Medical Unit (helicopter).

Table 4 – Risk factors for complications and death in a single variable regression analysis.

Risk factors	Risk for complications	Risk for mortality
Age	1.014 ($P = 0.2593$)	1.028 ($P = 0.1340$)
Mechanism of injury	1.146 ($P = 0.6684$)	13.122 ($P = 0.0129$)
SBP < 90 mm Hg	2.329 ($P = 0.0078$)	2.859 ($P = 0.0462$)
GCS < 8	2.334 ($P = 0.0320$)	6.223 ($P = 0.0005$)
RTS < 7.84	2.077 ($P = 0.0235$)	2.769 ($P = 0.0629$)
OIS grade of the injury	1.092 ($P = 0.4574$)	1.655 ($P = 0.0469$)
Associated injuries	0.755 ($P = 0.3800$)	1.533 ($P = 0.4179$)
ISS > 25	2.916 ($P = 0.0572$)	2.139 ($P = 0.1417$)

Improvements regarding data collection and an electronic interface between the PHC and ER should be created. Because of no regular interface data system, the authors were not able to gather some important information from the PHC team such as number of deceased patients at scene or exact transporting time from scene to hospital trauma bay, therefore, representing a weak point of this study. However, we could be able to estimate by nonelectronic means the time between the PHC team arrival at the scene and patient's emergency department admission, finding an average time of 23.6 min. The relevance of our findings is in the recognition of the associated factors for morbidity and mortality in patients who suffered this possibly fatal condition.

Penetrating cardiac trauma is still common and demands rapid intervention. The improvements in the PHC system, diagnostic methods, resuscitation, and rapid surgical treatments have changed the outcomes of patients with cardiac injuries over recent years. We believe that better physiological status in group 2 on ER admission was a reflection in the improvements in and advances on PHC, refinements within trauma team training and management through the decades in different medical fields, environments, and trauma centers [13–18]. Furthermore, SBP at ER admission was higher in the last decade, corroborating the previous statement. This alone would explain why there were fewer hypotensive patients and thus more survivors.

Stab cardiac injuries have obvious better prognoses than penetrating GSW because of their lower kinetic energies involved. GSW usually affect more than one cardiac chamber, producing a lesion that promotes irregular bleeding into the pericardial space. Therefore, victims of these to the precordium frequently die at the trauma scene. In an autopsy study over a 2-y period performed by Fraga et al. [16] at the Medical Examiner Laboratory, it was found that firearms were responsible for a high incidence of cardiac injuries in 359 fatal victims. Only 5.6% of the victims who died were admitted to the hospital and were submitted to thoracotomy as effective medical care. Furthermore, cardiac GSW have greater risk of associated injuries when compared with SW, contributing to higher mortality rate [17–19].

There was an incidence reduction of cardiac trauma over the past 20 y due to decrease in violence and homicides at the studied region. In the chosen metropolitan area, there are

three hospitals that take care of trauma patients. However, several factors that increase mortality remain consistent. For instance, the incidence of penetrating cardiac injuries in group 1 was 50% for GSW and 50% for SW, whereas it was 53.8% for GSW and 46.1% for SW in group 2. The statistical analysis herein performed shows that trauma mechanism is an important risk factor and GSW imply higher chances of death (13.12-fold, $P = 0.0129$), as demonstrated in Table 4.

Penetrating injuries to the pericardium, heart chambers or greater vessels may lead to cardiac tamponade or shock and are considered a medical emergency [18,19]. Treatment success is directly related to how fast the diagnosis is established and therapeutic intervention performed [12,16,19–22]. In the ER, the diagnosis of cardiac tamponade is based on clinical status, a FAST examination, and in hemodynamically stable patients, echocardiographic findings. In the operation room under general anesthesia, PW is a well-standardized procedure, technically simple and with high accuracy [12,20,21]. Although, it is a consensus that a PW is not necessary once patient's presented a positive FAST in the ER.

EDT is an example of aggressive maneuvering that can be used in unstable patients [23–26]. In our retrospective analysis, four patients underwent EDT (one in group 1 and three in group 2). Only one patient from group 2 survived after EDT, confirming literature findings of bad prognoses [27,28]. Also, the ER in our institution is not a standard operating facility with good lighting, adequate suction devices, and so forth, without which an EDT is doomed to fail. This could be pointed out as a weak factor for not getting better prognoses in these complex procedures. In situations of great risk of death, EDT can be performed in the ER. This procedure should take a selective approach based on injury mechanisms and vital signs on admission. On stable patients, the investigation can be performed using noninvasive methods such as ultrasound (FAST), although the authors in this study did not investigate this modern method.

An echocardiogram is an excellent tool in the detection of cardiac injury in hemodynamically stable patients [29,30]. It is able to show myocardial wall dysfunction and provides a direct view of wall motion abnormalities. In addition, echocardiograms may show associated valvar injuries, intracardiac shunts or thrombosis, pericardial effusion, cardiac tamponade, and ventricular dilatation. Other important advantages of a cardiac echocardiogram are its noninvasive nature and its ease of use both at the bedside and in the emergency unit.

Another option for diagnosing cardiac injuries is the PW [12,20,21]. It can be performed in the ER, preferably in the operating room, on hemodynamically stable patients. Fraga et al. [12] analyzed the results of the use of the subxiphoid PW and the transdiaphragmatic PW and concluded that both techniques have excellent rates of both specificity and sensitivity and avoid false positives when done carefully.

To rule out cardiac and diaphragmatic injuries in thoracoabdominal trauma, thoracoscopy has been recently reported as a useful approach [27,31]. Morales et al. [31] reported 108 patients submitted to the thoracoscopic PW, with positive hemopericardium in 33 patients (30.6%). The procedure showed a 100% sensitivity, 96% specificity, and 97% accuracy. The authors concluded that it was a precise, rapid, and safe

method for the diagnosis of heart injury in stable patients [31]. We used this method in seven patients in this study, and for one patient, thoracoscopy was diagnostic and therapeutic, avoiding thoracotomy.

Literature reports mortality rates ranging from 15% to 40% reflecting a variety in presentations, injury sites, and mechanisms and prehospital capabilities. Patients who are unconscious on admission may have mortalities reaching 94% [2–7,9,15,18]. The survival rate we found in our research is slightly higher than that found in the literature (83.9%). We attribute this to an experienced cardiac surgery team present on our trauma team (or 15 min reachable) who were able to manage severe cardiac injuries in 13.5% of our cases. EDTs still have a high mortality incidence, as Asensio et al. [3,24] have already emphasized.

In conclusion, over the last decade, there was lower cardiac trauma-associated mortality in our region. The patients were arriving at the ER in better physiological status, which may reflect a more effective PHC system, diffusion of Advanced Trauma Life Support protocol guidelines, greater attention to diagnosis, and prompt treatment of cardiac lesions. Risk factors for complications and mortality remain to be linked to the patient's clinical state on ER admission, including SBP, GCS, and RTS. Both injury severity (AAST-OIS grades 4 and 5) and ISS (>25) appeared as important predictors of death in this study.

As a consequence of this, we recommend trauma surgeons to strongly consider trauma mechanism, RTS/ISS and the AAST grade of injury as predictors of death and indicators of complications in general. The presence of an experienced cardiac surgeon on the hospital trauma team may increase success rates when treating these injuries and increase the use of common surgical approaches for that specialty (such as median sternotomy), but a trauma surgeon must be prepared to face this situation, as cardiac surgeons are not available in all emergency centers.

As a final point, based on the retrospective analysis, the improvement in PHC has clearly helped patients to arrive at the ER in better physiological conditions and decrease mortality rate.

Acknowledgments

This research was supported by the Research Support Foundation for the State of São Paulo (FAPESP - 09/52986-1).

Authorship: B.M.T.P. made substantial contributions to conception and design, analysis and interpretation of data, and participated in drafting and writing the manuscript. Revised it critically for important intellectual content; V.B.N. made contributions to acquisition of data, analysis and interpretation of data; T.R.A.C. made contributions to interpretation of data and participated in drafting the manuscript; M.P.V. made contributions to conception and interpretation of data and participated in drafting the manuscript; O.P. made substantial contributions to conception, interpretation of data, and participated in drafting the manuscript, critically revised for important intellectual content; and G.P.F. made substantial contributions to conception and design, analysis

and interpretation of data, and participated in drafting the manuscript and revised it critically for important intellectual content, gave final approval of the version to be submitted and any revised version to be published.

REFERENCES

- [1] Asensio JA, Petrone P, Pereira B, et al. Penetrating cardiac injuries: a historic perspective and fascinating trip through time. *J Am Coll Surg* 2009;208:462.
- [2] Tyburski JG, Astra L, Wilson RF, Dente C, Steffes C. Factors affecting prognosis with penetrating wounds of the heart. *J Trauma* 2000;48:587.
- [3] Asensio JA, Berne JD, Demetriades D, et al. One hundred five penetrating cardiac injuries: a 2-year prospective evaluation. *J Trauma* 1998;44:1073.
- [4] Asensio JA, Murray J, Demetriades D, et al. Penetrating cardiac injuries: a prospective study of variables predicting outcomes. *J Am Coll Surg* 1998;186:24.
- [5] Mittal V, McAleese P, Young S, Cohen M. Penetrating cardiac injuries. *Am Surg* 1999;65:444.
- [6] Symbas FN, Harlaftis N, Waldo WJ. Penetrating cardiac wounds: a comparison of different therapeutic methods. *Ann Surg* 1976;183:377.
- [7] Rodrigues AJ, Furlanetti LL, Faidiga GB, Scarpelini S, Barbosa Evora FR, de Andrade Vicente WV. Penetrating cardiac injuries: a 13-year retrospective evaluation from a Brazilian trauma center. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2005;4:212.
- [8] Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the trauma score. *J Trauma* 1989;29:623.
- [9] Moore EE, Malangoni ME, Cogbill TH, et al. Organ injury scaling IV: thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma* 1994;36:299.
- [10] Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;14:187.
- [11] Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRESS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma* 1987;27:370.
- [12] Fraga GP, Espinola JP, Mantovani M. Pericardial window used in the diagnosis of cardiac injury. *Acta Cir Bras* 2008;23:208.
- [13] King DR, Oglvie MF, Pereira BM, et al. Heart rate variability as a triage tool in patients with trauma during prehospital helicopter transport. *J Trauma* 2009;67:436.
- [14] Reid C, Habig K. Prehospital physician management of pericardial tamponade due to penetrating trauma. *Am J Emerg Med* 2010;28:384.
- [15] O'Connor J, Dittilo M, Scalea T. Penetrating cardiac injury. *J R Army Med Corps* 2009;155:185.
- [16] Fraga GP, Heinzl RI, Longhi BS, Silva DC, Fernandes Neto FA, Mantovani M. Cardiac trauma: autopsy findings. *Rev Col Bras Cir* 2004;31:386.
- [17] Rhee PM, Foy H, Kaufmann C, et al. Penetrating cardiac injuries: a population-based study. *J Trauma* 1998;45:366.
- [18] Thourani VH, Feliciano DV, Cooper WA, et al. Penetrating cardiac trauma at an urban trauma center: a 22-year perspective. *Am Surg* 1999;65:811.
- [19] Gao JM, Gao YH, Wei GB, et al. Penetrating cardiac wounds: principles for surgical management. *World J Surg* 2004;28:1025.
- [20] Prado PA, Júnior RS, Rasslan S. The use of pericardial window in the diagnosis of cardiac injury. *Rev Col Bras Cir* 1995;22:308.
- [21] Uchimura MM, Battiston J, Moreira P, Stahlschmidt CM, Lubac hevski FL. Epidemiological analysis of pericardiotomys held in a university hospital of Curitiba. *Rev Col Bras Cir* 2010;37:92.
- [22] Westphal FI, Lima LC, Jaber BA. Traumatic late cardiac tamponade: analysis of five cases. *J Pneumologia* 2000;26:241.
- [23] Ladd AP, Gomez GA, Jacobson LE, Broadie TA, Scherer IR 3rd, Soltkin KC. Emergency room thoracotomy: updated guidelines for a level I trauma center. *Am Surg* 2002;68:421.
- [24] Soreide K, Petrone P, Asensio JA. Emergency thoracotomy in trauma: rationale, risks, and realities. *Scand J Surg* 2007;96:4.
- [25] Soreide K, Soiland H, Lossius HM, Vethrus M, Soreide JA, Soreide E. Resuscitative emergency thoracotomy in a Scandinavian trauma hospital—is it justified? *Injury* 2007;38:34.
- [26] Fraga GP, Genghini EB, Mantovani M, Cortinas LGO, Filho WP. Resuscitative thoracotomy: rationalization of the procedure. *Rev Col Bras Cir* 2006;33:354.
- [27] Pons F, Lang-Lazdunski L, Kerangal X, Chapuis O, Bonnet PM, Jancovici R. The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;22:7.
- [28] Coimbra R, Pinto MC, Razuk A, Aguiar JR, Rasslan S. Penetrating cardiac wounds: predictive value of trauma indices and the necessity of terminology standardization. *Am Surg* 1995;61:448.
- [29] Rozycki GS, Feliciano DV, Ochsner MG, et al. The role of ultrasound in patients with possible penetrating cardiac wounds: a prospective multicenter study. *J Trauma* 1999;46:543.
- [30] Tayal VS, Batty MA, Marx JA, Tomaszewski CA, Thomason MH. FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) accurate for cardiac and intraperitoneal injury in penetrating anterior chest trauma. *J Ultrasound Med* 2004;23:467.
- [31] Morales CH, Salinas CM, Henao CA, Patiño PA, Muñoz CM. Thoracoscopic pericardial window and penetrating cardiac trauma. *J Trauma* 1997;42:273.

4. DISCUSSÃO

Como apresentado no artigo da presente tese recomenda-se que cirurgiões de trauma considerarem fortemente o mecanismo do trauma , RTS / ISS e o grau de lesão (AAST) como preditores de morte e indicadores de complicações em geral. A presença de um cirurgião cardíaco experiente na equipe de trauma do hospital pode aumentar as taxas de sucesso no tratamento destas lesões e aumentar o uso de abordagens cirúrgicas comuns para essa especialidade.

Com o avanço dos métodos diagnósticos de imagem e técnicas cirúrgicas menos invasivas como a videotoracoscopia, o tratamento de ferimentos traumáticos do coração tem evoluído, evitando inclusive a utilização da toracotomia para lesões cardíacas grau I ou II (Anexo IV).

A continua formação de cirurgiões de trauma é fundamental para que se tenha equipes de cirurgia especializadas e capacitadas para atender urgências e emergências nas 24 horas do dia, 365 dias por ano.

5. CONCLUSÕES

Em conclusão, ao longo da última década, houve menor mortalidade associada ao trauma cardíaco no Hospital de Clínicas da UNICAMP. Pacientes foram admitidos em melhor estado fisiológico, podendo ser reflexo de um sistema de APH mais eficaz, melhor aderência ao protocolo ATLS[®], maior atenção ao diagnóstico e tratamento imediato das lesões cardíacas. Fatores de risco para complicações e mortalidade continuam a serem ligados ao estado clínico do paciente no momento da admissão na sala de emergência, incluindo PAS, GCS , e RTS . Tanto a gravidade da lesão (AAST - OIS graus 4 e 5) e ISS (> 25) apareceram como preditores importantes de morte neste estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Surgeons. Committee on Trauma. Suporte Avançado de Vida no Trauma para Médicos (Advanced Trauma Life Support - ATLS®). Manual do Curso para Alunos. Chicago: American College of Surgeons, 9ª edição, 2014 (Edição em português). 459p.
2. Anderson RN, Smith BL. Deaths: leading causes of 2001. National Vital Statistics Reports, vol. 52, nº 9. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 2003.
3. Fraga GP, Collet-Silva FS, de Souza HP. More surgeons, less trauma. Rev Col Bras Cir. 2013 Jul-Aug;40(4):267-8.
4. Ministério da Saúde do Brasil. Indicadores e dados básicos de saúde, 2011. IDB 2011, <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2011/matriz.htm>.
5. Alexi-Meskishvili V, Böttcher W. Suturing of penetrating wounds to the heart in the nineteenth century: the beginnings of heart surgery. Ann Thorac Surg. 2011 Nov;92(5):1926-31.
6. Fraga GP, Heinzl RL, Longhi BS, Silva DC, Fernandes Neto FA, Mantovani M. Cardiac trauma: autopsy findings. Rev Col Bras Cir 2004;31:386.
7. Rhee PM, Foy H, Kaufmann C, et al. Penetrating cardiac injuries: a population-based study. J Trauma 1998;45:366.
8. Kang N, Hsee L, Rizoli S, Alison P. Penetrating cardiac injury: overcoming the limits set by Nature. Injury. 2009 Sep;40(9):919-27.
9. 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.
10. Asensio JA, Murray J, Demetriades D, Berne J, Cornwell E, Velmahos G, et al. Penetrating cardiac injuries: a prospective study of variables predicting outcomes. J Am Coll Surg 1998;186:24.
11. Ivatury RR, Rohman M, Steichen FM, Gunduz Y, Nallathambi M, Stahl WM.

- Penetrating cardiac injuries: twenty-year experience. *Am Surg.* 1987 Jun;53(6):310-7.
12. Rizoli SB, Mantovani M, Baccarin V, Vieira RW. Penetrating heart wounds. *Int Surg.* 1993 Jul-Sep;78(3):229-30.
13. Rodrigues AJ, Furlanetti LL, Faidiga GB, Scarpelini S, Barbosa Evora PR, de Andrade Vicente WV. Penetrating cardiac injuries: a 13-year retrospective evaluation from a Brazilian trauma center. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2005;4:212.
14. Karrel R, Shaffer MA, Franaszek JB. Emergency diagnosis, resuscitation, and treatment of acute penetrating cardiac trauma. *Ann Emerg Med.* 1982; 11(9): 504-17.
15. Thourani VH, Feliciano DV, Cooper WA, Brady KM, Adams AB, Rozycki GS, et al. Penetrating cardiac trauma at an urban trauma center: a 22-year perspective. *Am Surg.* 1999; 65(9): 811-6.
16. Ivatury RR, Nallathambi MN, Rohman M, Stahl WM. Penetrating cardiac trauma. Quantifying the severity of anatomic and physiologic injury. *Ann Surg.* 1987; 205(1):61-6.
17. Homer. *The Iliad*, vol XVI. London:George Bell & Sons;1904: 299. Translated by Alexander Pope.
18. Homer. *The Iliad*, vol XIII. New York:Macmillan and Co;1922: 259. Translated by Lang, Leaf and Myers.
19. Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg.* 1926; 13:205–227.
20. Hippocrates. *The genuine works of Hippocrates*, vol 2, sec 6, aphorism 18. New York: William Wood and Co;1886:252. Translated by Francis Adams.
21. 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;13:205–227.

22. Celsus (15th century AD). *Medicinae Libri Oco. Lib V, chap 26. L.Targae, Ludguni Batavorum, 1791:307.* Translated by S and J Luchtmans. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. *Arch Surg* 1926;13:205–227.
23. 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.
24. Aristotle (384–322BC). *The Partibus Animalium. Lib III, chap 4. Opera Edidit Academia Regia Borrusca, vol 3, 328.* As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205–27.
25. Galen (130–200 AD). *Medicorum Graecorum Opera. Vol VIII, Lipsiae Prostat in officina Libraria Car. Cuoblochii 1824, Le Locis Affectis.* Edited by Kuhn DC: Tome VIII, lib V, chap 2, 304. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg.* 1926; 13:205–27.
26. Paulus Aegineta (625–690 AD). *The Seven Books of Lib VI, sect 88, vol 2, 241, 1846.* Sydenham Society. Translated by Francis Adams. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg.* 1926; 13:205–27.
27. Fallopius (1523–1562 AD). *Opera omnia tractatus de vulneribus in genere, 1600, chap 10,163.* As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg.* 1926; 13:205–227.
28. Pare A (1509–1590). *The workers of that famous chirurgion Ambroise Pare.* Translated by T Johnson. London: T Cates & Co;1634. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg,* 1926;13:205–27.
29. Pare A. *The apologii and treatise of Ambroise Pare (concerning the voyages made into divers places with many of his writings on surgery).* In: G Keynes, ed. Chicago: University of Chicago Press; 1952:27.
30. Hanby WB. *The case report and autopsy records of Ambroise Pare.* Springfield, IL: Charles C Thomas;1960:49–50.
31. Fabricius ab Aquadependente (1637–1619 AD). *Opera chirurgica, ch 21.*

- Patavii, 1666, p 144. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg. 1926;13:205–27.
32. Boerhaave (1668–1738). De Vulnere in Genere, Aphorismi de Cognoscendis et Curandis Morbis, Aphorism 170, 43. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg. 1926;13: 205–27.
33. Riolanus J. A sure guide, or the best and nearest way to physick and chyrurgery (translated by Culpepper, N) London: P Cole;1657.
34. Hollerius J. Communis aphorismi allegati. Quoted from Fischer G: Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9;571. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205–227.
35. Cabrilanus B. Alphabet anatomic. Lyon: P Rigaud; 1614.
36. Wolf I. Cited by Fischer G. Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9:571.
37. Tourby quoted from Fischer G. Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9:571.
38. 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. *Annals of Surgery* 1895, 21:147-152
39. Absolon KB, Naficy MA. First successful cardiac operation in a human, 1896: a documentation: the life, the times, and the work of Ludwig Rehn (1849–1930). Rockville, MD: Kabel, 2002
40. Costa IA. História da cirurgia cardíaca brasileira. Rev Bras Cir Cardiovasc. 1998;13(1):1-7
41. Johnson SL. *History of Cardiac Surgery, 1896–1955*. Baltimore: Johns Hopkins Press. (1970), 5.
42. Gibbon JH Jr, Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med*. 1954; Mar;37(3):171
43. Rozycki GS, Feliciano DV, Ochsner MG, Knudson MM, Hoyt DB, Davis F, et

- al. The role of ultrasound in patients with possible penetrating cardiac wounds: a prospective multicenter study. *J Trauma*. 1999; 46(4): 543-51.
44. Asensio JA, Petrone P, Pereira B, Peña D, Prichayudt S, Tsunoyama T, et al. Penetrating cardiac injuries: a historic perspective and fascinating trip through time. *J Am Coll Surg*. 2009; 208:462-72.
45. Plummer D, Brunette D, Asinger R, Ruiz E. Emergency department echocardiography improves outcome in penetrating cardiac injury. *Ann Emerg Med*. 1992; 21(6): 709-12.
46. Nunez TC, Voskresensky IV, Dossett LA, Shinall R, Dutton WD, Cotton BA. Early prediction of massive transfusion in trauma: simple as ABC (assessment of blood consumption)? *J Trauma*. 2009 Feb;66(2):346-52.
47. Beck CS. Two Cardiac Compression Triads. *J Am Med Assoc*. 1935; 104(9):714-16.
48. 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(4):676-80.
49. Mantovani M, Espinola JP, Fraga GP. Janela pericárdica transdiafragmática no diagnóstico de lesão cardíaca. *Rev Col Bras Cir*. 2006; 33(1):29-34.
50. Antoniadou L, Petrou PM, Eftychiou C, Nicolaidis E. A penetrating heart injury resulting in ventricular septal defect. *Hellenic J Cardiol*. 2011; 52(1):71-4.
51. Mejaddam AY, Birkhan OA, Sideris AC, Van der Wilden GM, Imam AM, Hwabejjire JO, et al. Real-time heart rate entropy predicts the need for lifesaving interventions in trauma activation patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013; 75(4):607-12.
52. King DR, Ogilvie MP, Pereira BM, Chang Y, Manning RJ, Conner JA, et al. Heart rate variability as a triage tool in patients with trauma during prehospital helicopter transport. *J Trauma*. 2009; 67:436-41.

53. Nagy KK, Lohmann C, Kim DO, Barret J. Role of echocardiography in the diagnosis of occult penetrating cardiac injury. *J Trauma*. 1995; 38:859–62.
54. Fraga GP, Espinola JP, Mantovani M. Pericardial window used in the diagnosis of cardiac injury. *Acta Cir Bras*. 2008; 23:208-12.
55. Grewal H, Ivatury RR, Divakar M, Simon RJ, Rohman M. Evaluation of subxiphoid pericardial window used in the detection of occult cardiac injury. *Injury*. 1995; 26(5):305-10.
56. Komanapalli C, Sukumar M. Thoracoscopic pericardial window. www.ctsnet.org. Available at http://www.ctsnet.org/sections/clinicalresources/thoracic/expert_tech32.html. Acessado em Julho /2014.
57. Muhammad MI. The pericardial window: is a video-assisted thoracoscopy approach better than a surgical approach? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011; 12(2):174-8.
58. Mueller XM, Tevaeearai HT, Hurni M, Ruchat P, Fischer AP, Stumpe F, et al. Long-term results of surgical subxiphoid pericardial drainage. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1997; 45(2):65-9.
59. Cothren, C.C. and E.E. Moore, Emergency department thoracotomy for the critically injured patient: Objectives, indications, and outcomes. *World J Emerg Surg*, 2006; 1:4.
60. Ivatury RR, Kazigo J, Rohman M, Gaudino J, Simon R, Stahl WM. "Directed" emergency room thoracotomy: a prognostic prerequisite for survival. *J Trauma*. 1991; 31(8):1076-81.
61. Ivatury RR, Rohman M. Penetrating cardiac trauma. *Ann Thorac Surg*. 1992; 54(6):1247-8.
62. Ivatury RR, Rohman M. Emergency department thoracotomy for trauma: a collective review. *Resuscitation*. 1987;15(1):23-35.
63. Roberge RJ, Ivatury RR, Stahl W, Rohman M. Emergency department thoracotomy for penetrating injuries: predictive value of patient classification. *Am J Emerg Med*. 1986; 4(2):129-35

64. Rohman M, Ivatury RR, Steichen FM, Gaudino J, Nallathambi MN, Khan M, Stahl WM. Emergency room thoracotomy for penetrating cardiac injuries. *J Trauma*. 1983; 23(7):570-6.
65. Ivatury RR, Shah PM, Ito K, Ramirez-Schon G, Suarez F, Rohman M. Emergency room thoracotomy for the resuscitation of patients with "fatal" penetrating injuries of the heart. *Ann Thorac Surg*. 1981; 32(4):377-85.
66. Nogueira VB, Fraga GP. Trauma cardíaco penetrante. *Emergência clínica*. 2010; 05 (26): 143-148.
67. Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcome, American College of Surgeon, Committee on Trauma: practice management guidelines for emergency department thoracotomy. *J Am Coll Surg*, 2001;193:303-09.
68. Duval P. Le incision median thoraco-laparotomie. *Bull Mem Soc Chir. Paris*; 1907; 33:15.
69. Spangaro S. Sulla técnica da seguire negli interventi chirurgici per ferite del cuore e su di un nuovo processo di toracotomia. *Clin Chir*. 1906; 14:227.
70. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the trauma score. *J Trauma*. 1989; 29:623-27.
71. Moore EE, Malangoni ME, Cogbill TH, Shackford SR, Champion HR, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling IV: thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma*. 1994; 36:299-00.
72. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14:187-91.
73. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987; 27:370-71.
74. Mantovani M. Fraga GP. Avaliação da gravidade. Escalas de trauma. Freire E. *Trauma – a doença dos séculos*. Rio de Janeiro. Ed. Atheneu, 2001:

403-20.

75. Coimbra RSM, Angle N, Silva LE, Hoyt DB, Rasslan S. Índices de trauma: o que são e por que devem ser usados? Rev. Col. Bras. Cir. 1997; 24:255-63.
76. Fraga GP, Mantovani M, Magna LA. Índices de trauma em pacientes submetidos à laparotomia. Rev. Col. Bras. Cir. 2004; 31(5):299-06.
77. American Association for Automotive Medicine. The Abbreviated Injury Scale (AIS) – 1990 Revision. Des Plaines, Illinois, 1990.
78. Cheadle WG, Wilson M, Hershman MJ, Bergamini D, Richardson JD, Polk Jr HC. Comparison of trauma assessment scores and their use in prediction of infection and death. Ann. Surg. 1989; 209:541-6.
79. Rutledge R, Fakhry S, Rutherford E, Muakkassa F, Meyer A. Comparison of APACHE II, Trauma Score, and Injury Severity Score as predictors of outcome in critically injured trauma patients. Am J Surg, 1993; 166: 244-7.
80. Harviel JD, Landsman I, Greenberg A, Copes WS, Flanagan ME, Champion HR. The effect of autopsy on injury severity and survival probability calculations. J. Trauma. 1989; 29:766-73.
81. Mock C, Lormand JD, Goosen J, Joshipura M, Peden M. Guidelines for essential trauma care. Geneva: World Health Organization; 2004.
82. Fraga GP. Programa de qualidade no atendimento ao trauma. Medicina (Ribeirão Preto). 2007; 40 (3):321-8.
83. American College of Surgeons. Resource for optimal care of the injured patient: 2006. Chicago: Committee on Trauma, American College of Surgeons; 2006.

Anexo I: Penetrating Cardiac Injuries: A Historic Perspective and Fascinating Trip Through Time

Juan A Asensio, Patrizio Petrone, Bruno Pereira, Diego Peña, Supparek
Prichayudh, Taichiro Tsunoyama, Francisco Ruiz, Antonio Marttos, Alan Capin,
Eduardo De Marchena.

JACS, 2009, doi:10.1016/j.jamcollsurg.2008.12.011

Penetrating Cardiac Injuries: A Historic Perspective and Fascinating Trip Through Time

Juan A Asensio, MD, FACS, FCCM, Patrizio Petrone, MD, Bruno Pereira, MD, Diego Peña, MD, Supparek Prichayudh, MD, Taichiro Tsunoyama, MD, Francisco Ruiz, MD, Antonio Marttos, MD, Alan Capin, MD, Eduardo De Marchena, MD

El corazón es un loco Que no sabe de un color, O es su amor de dos colores O dice que no hay amor "The Heart is a madman That does not recognize a single color; Either his love is of two colors Or he declares that there is no love

Jose Martí (1853–1895)
Cuban poet and liberator

Cardiac injuries have been described since ancient times. The earliest known descriptions of cardiac injuries appear in Homer's *Iliad*¹ (Fig. 1). It contains specific references to exsanguination as a cause of death and foreign bodies impaled in the heart. The poetic description of the death of Sarpedon includes an episode of exsanguinating hemorrhage from a cardiac injury, "Not so Patroclus' never erring darts; Aim'd at his breast, it peers at the mortal part, Where the strong fibers bind the solid heart."¹

The *Iliad*¹ also records an observation describing the cardiac impulse transmitted through a spear that had transfixed the heart of Alkathoos, "The hero Idomeneus smote him in the midst of the breast with the spear. . . and he fell with a crash, and the lance fixed in his heart that, still beating, shook the butt end of the spear."

Beck² classified the history of wounds of the heart according to three historical periods. First, the period of mysticism, in which wounds to the heart were described, but were considered uniformly fatal. This was followed by a period of observation and experiment, culminating in the period of suture, which began in 1882. Hippocrates³ stated that all wounds of the heart were deadly. Authors such as Ovid,⁴ Celsus,⁵ Pliny,⁷ Aristotle,⁸ and Galen⁹ regarded them as absolutely and necessarily fatal. According to Ar-

istotle⁸ (third century AD), "The heart alone of all the viscera cannot withstand serious affection. This is to be expected because when the main source of strength (the heart) is destroyed there is no aid that can be brought to the other organs which depend on it."

Galen⁹ (second century AD) noted that when wounds of the heart occurred in gladiators, they were all fatal. "When a perforation penetrated one of the cardiac ventricles they died on the spot, mainly by blood loss, and even faster if the left ventricle was injured. When the penetrating object did not pass through the cardiac cavity but stopped at the cardiac muscle, some of the wounded gladiators lived through the very day in which they were wounded and the following night; they eventually died later because of inflammation of the heart."

Paulus Aegineta¹⁰ poetically described the venting of a pericardial tamponade, "When the heart is wounded, the weapon appears at the left breast and feels not as if in a cavity but as fixed in another body, and sometimes there is a throbbing motion; there is a discharge of black blood if it can find vent, with coldness, sweats and deliquium animi, and death follows in a short time." Fallopius¹¹ noted the difference between wounds of right and left ventricles in his writings when he asserted, "Wounds of the heart are always followed by sudden death. When wounded it cannot heal, being too firm, always in motion and of an inflammatory beat. Wounds of the right ventricle may be differentiated from wounds of the left ventricle; from the former comes dark blood, and from the latter red blood."

Ambroise Paré,¹² perhaps the world's first trauma surgeon, recognized the supremacy of the heart. "The heart is the chief mansion of the life, the organ of vital capacity, the legacy of life, the foundation of the vital spirits. . . the first to live and the last to die." He described cardiac injuries and their presenting signs, "By these signs you may know that the heart is wounded; if a great quantity of blood gush'd out, if a trembling possess all the members of the body; if the pulse beat little and faint, if the color become pale, if a cold sweat and frequent sowning assaile him, and the extreme parts become cold, then death's at hand."

Paré,¹³ in his classic masterpiece, *The Apologie and Treatise*, described the prognosis of cardiac wounds. "Those

Disclosure Information: Nothing to disclose.

Received September 12, 2008; Revised November 4, 2008; Accepted December 10, 2008

From the DeWitt Daughtry Family Department of Surgery, University of Miami Miller School of Medicine, Miami, FL (Asensio, Pereira, Peña, Prichayudh, Tsunoyama, Ruiz, Marttos, Capin, De Marchena) and the Department of Surgery, USC Keck School of Medicine, Los Angeles, CA (Petrone). Correspondence address: Juan A. Asensio, MD, FACS, Division of Trauma Surgery and Surgical Critical Care, DeWitt Daughtry Family Department of Surgery, University of Miami Miller School of Medicine, 1800 NW 10 Ave, Suite T-247, Miami, FL 33136.



Figure 1. Death of Sarpedon (From the Greek Archeological Museum, with permission).

wounds are thought dangerous, where in any large nerve, veins, or artery are hurt. . . . But they are deadly which are inflicted on the bladder, brain, heart, liver, lungs, stomach and small guts." Paré¹⁴ also described the autopsy results of a stab wound to the heart,¹⁵ "At Turin I saw a gentleman who fought with another who gave him a sword-thrust under his left breast penetrating the substance of the heart. He did not cease, but struck his enemy with many thrusts until he fled. He pursued him a distance of two hundred paces, then fell dead. While making an autopsy, I found a wound in the heart substance large enough to admit a finger and a large amount of blood on the diaphragm."

According to Fabricius,¹⁵ "If the heart is wounded the affair is desperate, so also, if the pericardium is wounded, it is, therefore, unnecessary to attempt any treatment." He also summarized the frustration of attempting to manage any of these injuries. Boerhaave¹⁶ believed that, "All wounds of the heart deep enough to penetrate into either of the ventricles are mortal." He pronounced, "The chyrurgien shall not refuse to cure anye hurte of the membres contained in the inner parte (of the chest), except the herte."¹⁷ This period, which was characterized by acceptance of unsurvivability of any cardiac injury while romanticizing them, gave way to the period of observation and experiment, defined by the initial scientific challenges to the ancient writings that pronounced that all cardiac wounds are fatal.

In the 17th century, the stronghold of these firmly entrenched concepts was broken by Hollerius¹⁸ (1498 to 1562), who was the first to advance the concept that wounds of the heart can indeed heal and are not all neces-

sarily fatal. Cabriolanus,¹⁹ in 1604, described healed cardiac wounds in hanged men. In 1642, Wolf²⁰ was the first to describe a healed wound of the heart; although this description remained forgotten for more than a century. Tourby,²¹ also in 1642, described a healed cardiac wound in a man who suffered a sword thrust years earlier.

Riolanus¹⁷ described nontraumatic pericardial tamponade, "often times an abundance of moisture is collected therein (the pericardium), which causes suffocation, and overwhelms the heart." Senac,²² in 1749, concluded that all wounds of the heart are always serious, although a penetrating wound may heal and not be fatal. In 1761, Morgagni²³ alerted physicians to the dangers of compression of the heart from hemorrhage into the pericardium. He noted that a puncture of a coronary artery on the external surface of the heart might cause hemorrhage into the pericardial sac, producing compression of all of the chambers of the heart. He is credited with the first description post-traumatic pericardial tamponade.

Larrey^{24,25} in 1810 described a 30-year-old man with a self-inflicted stab wound in the left hemithoracic cavity, "The stab wound had passed through the fifth intercostal space and the knife was still lodged as the patient was brought into the hospital." A classic description of the clinical presentation of pericardial tamponade followed. "The pulse was rapid and there was grave dyspnoea. Bleeding gave some relief."

Larrey²⁴ also described the surgical approach to the pericardium, "In a pericardial effusion. . . I should carry out the operation at the most dependent point of the pouch formed by that membrane, and this point, which may be

termed the seat of election, corresponds, as we have said to the interval between the left side of the base of the xiphoid and the united ends of the seventh and eight left costal cartilages. . . (this has come to be known as Larrey's point). No important vessel is met with. Thus this operation, easy to execute, is of all the methods the least likely to wound the heart, and offers the greatest chances of success."

In 1829, Larrey²⁴ also reported a patient whom he treated by passing a catheter into a stab wound of the chest. Three beakers of wine-colored fluid were obtained after the passage of this catheter. Subsequently, a sound was passed in the same direction, obtaining four more beakers of similar fluid. According to Larrey,²⁴ this was the first case of a wound of the pericardium from which the patient recovered.

Interesting therapeutic maneuvers used in the management of cardiac wounds during this period of observation and experiment consisted of placing the patient in absolute quiet, application of leeches, venesection, and the passage of catheters or sounds into the wound, with the hope of evacuating fluid from the pericardial cavity. Dupuytren,²⁶ in 1834, strongly supported venesection.

Jobert,²⁷ in 1839, made an astute observation that correlated the life span of a cardiac wound, which he related to the quantity of blood lost and the amount of blood contained in the pericardium. He also noted that blood, unable to escape from the pericardium, compresses the heart and decreases cardiac motion until severe loss of cardiac action occurs. This period was also characterized by the appearance of numerous case reports in the literature. For the first time, attempts were made to tabulate these cases, studying and analyzing their clinical presentations and carrying out postmortem studies. Purple,²⁸ in 1850, compiled a total of 42 patients. Fischer,²⁹ in 1868, was able to collect 452 patients and published an extremely thorough review of the literature, reporting a 10% survival rate. "Wounds of the heart are currently held in disrepute by surgeons. Formerly discussed with the same fervor as other chest wounds, they are now seldom considered and occupy only a small place in the recent German literature."

It was precisely during this time that strong resistance against any attempt to repair cardiac wounds emerged from Billroth,³⁰ who, in 1875, strongly expressed his views about cardiac injuries, "Paracentesis of the pericardium is an operation which, in my opinion, approaches very closely to that kind of intervention which some surgeons would term a prostitution of the surgical act and other madness." Despite Billroth's position, Roberts,³¹ in 1881, dared to suggest the possibility that cardiac injuries could be sutured, which was not accepted opinion in surgical circles, but did not attempt to do so.

The period of suture had its beginning in the animal experiments by Block,³² who, in 1882, used a rabbit model to create and successfully repair cardiac wounds, demonstrating successful recovery and suggesting that the same techniques could be applicable to humans. Once again, Billroth,³³ for reasons unknown, remained steadfastly opposed to cardiac injury repair. In 1883, in perhaps one of the strongest statements of opposition ever found in the surgical literature, Billroth declared his views at European surgical meeting, "The surgeon who should attempt to suture a wound of the heart would lose the respect of his colleagues." Another famous statement attributed to Billroth about his views on this subject is, "Let no man dare to operate on the heart."³³ Although Lillehei³⁴ attempted to establish the truth of these quotations by citing renowned Billroth scholars such as Absolon³⁵ and Wangensteen, these statements appear from multiple sources and with great frequency in the literature and are most likely accurate.

In 1888, Riedinger³⁶ wrote, "The suggestion to suture a wound of the heart, although made in all seriousness, scarcely deserves notice." Paget,³⁷ in 1896, in his classic volume, *The Surgery of the Chest*, devoted an entire chapter to the management of wounds of the heart. The first paragraph of this chapter contained a most fatalistic statement, "Surgery of the heart has probably reached limits set by nature to all surgery. No new method; and no new discovery, can overcome the natural difficulties that attend a wound of the heart. It is true that heart sutures have been vaguely proposed as a possible procedure, and has been done on animals. But I cannot find that it has ever been attempted in practice." Fortunately, such negative statements did not deter Del Vecchio³⁸ who, in a canine model, was able to demonstrate cardiac injury healing after suturing.

The first attempt at repairing a cardiac injury was carried out by Axel Hermansen Cappelen³⁹ (Fig. 2), a 37-year-old staff surgeon of the Surgical Department A at the National Hospital in Christiania, the old name for Oslo, on September 4, 1895. The patient was a 24-year-old man who sustained a stab wound to the left chest and was found conscious at his home. The patient was subsequently brought by cab to the hospital and evaluated by Cappelen. What follows is a translation of selected excerpts of Cappelen's original report published in a Norwegian journal in 1896.

"The young man was brought by cab to the National Hospital in Christiania [now Oslo] in severe shock. He was unconscious on arrival at the hospital, with no palpable pulses. After the administration of 'Kamferinjektioner' the patient regained consciousness, a palpable pulse and respiratory rate of 44. There was no blood protruding from the

III.

Vulnus cordis. Sutur af Hjertet.

Af

Reservelæge A. CAPPELEN.

Det hører til Sjeldenhederne, at Vulnerationer af Hjertet bliver Gjenstand for kirurgisk Indgreb i den Hensigt at stanse Blødning, da Patienten som Regel enten dør af en hurtig Forblødning, eller Saaret er saa ubetydeligt eller saaledes beliggende, at Blødningen stanser spontant. Paa Rigshospitalets kirurgiske Afdeling A har vi havt et Tilfælde, hvor der paa Grund af et Stiksaar i Hjertet foretoges Sutur af Hjertet. Tilfældet endte letalt $2\frac{1}{3}$ Døgn efter Operationen dels som Følge af det voldsomme Blodtab, dels som Følge af Perikardit. Det viser imidlertid, at det lader sig gjøre saavel at lægge Suture paa selve Hjertet som derved at stanse en Blødning fra samme. Saaret var dog i dette Tilfælde ikke perforerende og Blødningen skrev sig væsentlig fra en af de større Grene af Art. coronaria.

Sygehistorien er følgende:

K. L., 24 Aar gammel, indlagdes paa Afdelingen 4de September Kl. $\frac{1}{2}$ Nat. Det oplystes, at han tidligere om Aftenen havde faaet et Knivstik i venstre Side af Brystet. Han gik alene til sit Hjem og blev omtrent 1 Time før Indkomsten funden liggende paa Gulvet i en Blodpøl. Han var da ved Bevidsthed og skulde have ligget paa Gulvet mindst 1 Time. Til Hospitalet kjørtes han i en almindelig Droschke.

Figure 2. Original case report of Dr Cappelen.

wound, no sucking of air on respiration, and the wounds were dressed." Initially, the patient was observed. But after significant bleeding was noted from the chest wound, the patient became pulseless. Promptly, Cappelen³⁹ performed a left thoracotomy at the fourth intercostal space, entering the left hemithoracic cavity and evacuating 1,400 mL of blood. Surgical findings were partly coagulated blood in the pericardial sac, and a 2-cm laceration of the left ventricle, with fresh bleeding from a larger artery. "Both the ventricular laceration and bleeding artery were sutured with Chromic-catgut material, on which the bleeding stopped. The operation was performed under chloro-

phorm anesthesia." Postoperatively, the patient had tachycardia with weak pulse, which responded to 600 mL of sodium chloride solution administered subcutaneously. Although the patient was conscious, "he felt weak, but did not report." Additional supportive care consisted of injections of morphium and digitalis (on the second postoperative day, dose not reported). On September 7 (postoperative day 3), the patient got weary, developed a fever (38.6° C), and became increasingly tachycardic (132 beats/minute). He died later that morning from sepsis. Technically speaking, his cardiac repair was a success, although the patient did not survive. In March 1896, Farina,⁴⁰ in Rome,

IX.
Ueber penetrirende Herzwunden
und Herznaht.

Von

Professor Dr. L. Rehn

in Frankfurt a. M. 3.)

In einem verzweifelten Fall von Stichverletzung des rechten Ventrikel wurde ich durch die andauernde Blutung zum Eingreifen gezwungen. Ich wollte das Möglichste thun, um den Kranken zu retten und so kam ich im Lauf der Operation in die Nothwendigkeit, eine Herznaht auszuführen. Es blieb mir kein anderer Weg, so schwer er war, denn der Patient hätte sich unter meinen Augen verblutet.

Der Chirurg wird sich bei der Durchsicht der später folgenden Krankengeschichte in meine Lage versetzen können. Was wäre Alles zu überlegen gewesen, wenn man Zeit gehabt hätte! So drängten die gegebenen Verhältnisse unwiderstehlich zu einem raschen Entschluss. Die grossen technischen Schwierigkeiten wurden überwunden und schon der momentane Erfolg der Herznaht würde mir den Muth gegeben haben, in einem ähnlichen Falle wieder zur Herznaht zu greifen. Ich habe das Glück gehabt, den Kranken mit Ueberwindung mannigfaltiger Gefahren gesund werden zu sehen. Ob spätere Folgen der Verletzung und des Eingriffs eintreten, das will ich, soviel ich kann, getreulich berichten. Binstweilen kann ich feststellen, dass ohne die Herznaht der Kranke verloren gewesen wäre. Die lineäre Vereinigung der Herzwunde durch Seidenknopfnähte, die Entleerung des mit Blut gefüllten Herzbeutels be-

³⁾ Abgekürzt vorgetragen am 2. Sitzungstage des XXVI. Congresses der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie zu Berlin, 22. April 1897.

Figure 3. Original case report of Dr Rehn.

made a second attempt to suture a human heart wound of the left ventricle and was unsuccessful.

Success awaited the attempt by Rehn⁴¹ of Frankfurt, Germany, who, on September 9, 1896, successfully repaired a stab wound of the right ventricle, on a 22-year-old man who had been stabbed in the left fourth interspace and rapidly developed a left hemothorax and was admitted "in extremis" (Fig. 3). "There remained one question: what was injured—the heart or its great vessels, an intercostal artery or the internal mammary. . . ? The tract of the wound lay in the direction of the heart. I decided to attempt to arrest the bleeding"⁴¹ Surgical findings included 1.5-cm wound of

the right ventricle that was hemorrhaging. The wound was digitally controlled and closed with three silk sutures. "It was very disquieting to see the heart pause in diastole with each pass of the needle. . . The heart gave a labored beat and then resumed with forceful contractions as we breathed a sight of relief."

Rehn⁴¹ presented his findings on April 22, 1897 at the German Surgical Congress, introducing his work apologetically, but culminating his presentation with enthusiasm. This new event marked the beginning of cardiac surgery. For the first time, surgeons successfully repaired a cardiac injury in a living heart. This landmark gave birth to the

Table 1. The History of Penetrating Cardiac Injuries (Beck's Periods)

Periods and authors	Observation / procedure
Mysticism 8th century BC to 17 th century	
Homer, Hippocrates, Ovid, Celsus, Pliny, Aristotle, Galen, Aegineta	All cardiac injuries are fatal.
Observation and experiment 17 th century to 1882	
Paré	Description of cardiac injuries
Fabricius, Boerhaave, de Vigo	All cardiac injuries are mortal.
Hollerius, Cabriolanus, Wolf, Tourby	Cardiac injuries may heal.
Riolanus, Morgagni	Described pericardial tamponade
Senac	Not all cardiac injuries are fatal.
Larrey	Treated and described a survivor from pericardial wound. Described pericardial window.
Block, Fischer	First, collected series in the literature
Suture 1882 to 1945	
Block	Rabbit injury model
Del Vecchio	Canine injury model
Cappelen	First attempt at left ventricular cardiorrhaphy
Rehn	First attempt at right ventricular Cardiorrhaphy—successful.
Farina	Second attempt at left ventricular cardiorrhaphy—unsuccessful
Hill	Third attempt at left ventricular cardiorrhaphy—successful
Duval	Described median sternotomy
Spangaro	Described left anterolateral thoracotomy
Peck, Pool	Large modern collected series
Beck	Described physiology of pericardial tamponade.
Blalock, Rabitch	Used pericardiocentesis as treatment mode for cardiac injuries.
Harken	Described techniques for removal of intracardiac missiles.

field of cardiac surgery, and these cases were followed by an explosion of techniques to apply in the management of cardiac injuries.

Median sternotomy, one of the most widely used incisions in cardiac injury management, was described by Duval⁴² as a median thoracotomy. The ingenuity required to overcome surgical inabilities in draining and restore negative intrathoracic pressure after opening the chest resulted in development of several different surgical approaches to the heart. These included the quadrangular flap with an external hinge, which included two to five cartilages, developed in 1900 by Fontan,⁴³ from France.

As European reports began to emerge, interest was soon to develop in America by Hill, who, in 1900, collected 17 cases from the world literature, supporting a 59% mortality.⁴⁴ On September 14, 1902, in Montgomery, AL, Hill⁴⁵ became the first American surgeon to successfully suture a cardiac injury and the first to successfully repair a left ventricular wound in a 13-year-old boy. This case was remarkable in that this operation was performed by the flickering lights of two kerosene lamps on an old kitchen table.

Most unfortunately, the accomplishments of two Amer-

icans surgeons who first repaired wounds of the pericardium did not surface until much later. Credit should be given to Dalton,⁴⁶ of St. Louis, who, on September 6, 1891, successfully repaired a wound of the pericardium. Also remarkable was the accomplishment of Williams,⁴⁷ who, on July 9, 1893, successfully sutured a pericardial laceration in a patient who sustained a stab wound that penetrated the substance of the myocardium. Because the myocardial wound was not bleeding, it was not sutured. This accomplishment remained obscure, perhaps because neither surgeon described his operation in the literature until some years later. In the case of Williams,⁴⁷ his report was published 35 years later in an obscure journal and titled, "Stabwound of the heart and pericardium-suture of the pericardium-recovery- patient alive three years afterward." Some purist surgeons reported that the pericardium was not the heart. To quote Lillehei,³⁴ "The paramount fact is, that over 90 years ago two surgeons independently had the courage of their convictions and ventured into a totally uncharted territory. There is glory enough for both and with their work, cardiac surgery made its first beginnings, particularly in America."

In 1906 in Rome, Spangaro⁴⁸ described the left antero-

management throughout history while comprehensively describing techniques still in use today. He advocated placing an apical suture to hold the heart under gentle traction before placement of the definitive sutures to effect the repairs.

Similarly, Schoenfeld,⁵⁸ in 1928, and Bigger,⁵⁹ in 1939, reported their collective experiences in the management of cardiac injuries. In 1941, Elkin⁶⁰ was a strong proponent of operative management of cardiac injuries, recommended fluoroscopy to assess cardiac motion, and alerted surgeons to the dangers of icpick injuries while critically analyzing the advantages and disadvantages of median sternotomy versus left anterolateral thoracotomy incisions. He is also responsible for using a clamp to control hemorrhage from atrial wounds. Beck,⁶¹ in 1942, indicated the necessity of a sparing ligation of coronary arteries in wounds adjacent to these structures and recommended that mattress sutures be placed underneath the bed of the coronary arteries. In 1942, after reviewing the experience with cardiac injury management during World War I, Turner⁶² pointed to the need for the emergency treatment of cardiac injuries, particularly those caused by shell fragments.

Griswold and Macguire,⁶³ from the famed Louisville General Hospital, in 1942 described their experiences and assigned cause of death from cardiac injuries as either exsanguination or tamponade. They recommended rapid intravenous fluid administration, including blood transfusions, but believed that this was of little help in the management of pericardial tamponade, pointing instead to the need for evacuation and aggressive repair of the injury. They described refinements of techniques used to manage cardiac injuries and recommended placement of a small patch of pectoral muscle to partially cover transected coronary arteries. Griswold and Macguire's most important recommendation was that "every large general hospital should have available at all times a sterile set-up of instruments and linens, and the operating room with at least one nurse and orderly in attendance, to be open twenty four hours a day."⁶³ This statement set the stage for the development of modern-day trauma centers.

Blalock and Ravitch,⁶⁴ in 1943, described the use of pericardiocentesis for managing cardiac injuries in American soldiers during World War II. They proposed nonoperative management of these wounds. They observed that some wounds of the heart may seal spontaneously and stop bleeding on their own. This treatment was advocated in the hope of decreasing the high mortality of these injuries. "The mortality rate in those reported cases in which the patients reached the hospital and were operated on its almost 50%. . . the question arises whether the sum total of successful end results will not be greater if a more conser-

vative policy in regard to immediate operation is adopted in those instances in which there is not active bleeding through the chest wound or into the pleural cavity." Their protocol included aspiration of blood from the pericardium by the costoxiphoid route, with one further attempt in case of recurrence, and finally, cardiorrhaphy for a second recurrence. This became the standard treatment for many cardiac injuries during World War II. Elkin,⁶⁵ in 1944, recommended administration of intravenous infusions before operation and pointed to the beneficial effects of increasing blood volume and in turn, cardiac output.

In 1946, drawing on his experience in the management of thoracic injuries during World War II, Harken⁶⁶ described techniques to remove foreign bodies adjacent to the heart and major blood vessels. In this daring, series, Harken⁶⁶ reported 134 patients requiring 139 operations to remove mediastinal missiles. "A more precise breakdown in the distribution of these missiles is as follows: pericardial, 26; involving pericardium but principally pulmonary, 17; intracardiac, 13; on great vessels (and in walls), 35; intravascular (3 embolic), 7; on great vessels but principally pulmonary, 17; mediastinal but not directly on great vessels, 19; a total of 134, with no deaths." This series is truly remarkable because 13 missiles were intracardiac and all were removed without the benefit of cardiopulmonary bypass.

Since World War II there have been numerous contributions to the field of penetrating cardiac injuries; they can only be briefly covered. Beall and colleagues,⁶⁷ in 1961, first proposed that patients experiencing cessation of cardiac action undergo emergency department thoracotomy and open cardiac massage. In another publication, in 1962, Beall and associates⁶⁸ reported the benefits of cardiopulmonary bypass in managing selected intracardiac injuries such as aortoarterial, aortoventricular, and traumatic atrioseptal and ventriculoseptal defects, and in 1966, described the management of cardiac lacerations adjacent to coronary arteries.⁶⁹ Other contributions by Beall and coworkers⁷⁰ in 1971 included supporting a change in the pattern of surgical management of cardiac injuries and proceeding directly to thoracotomy and cardiorrhaphy without pericardiocentesis. Arom and coauthors,⁷¹ in 1977, described the modern variation of the subxyphoid pericardial window, which is in use today.

Outcomes-oriented studies have been reported by Mattox and colleagues,⁷² Ivatury and associates,⁷³ and Rohman and coworkers.⁷⁴ Both Lorenz and colleagues⁷⁵ and Milham and Grindlinger⁷⁶ associated physiologic status with survival in patients with penetrating cardiac injuries. Asensio and coworkers⁷⁷ reported the first prospective cardiac injury study in the literature and described the cardiovas-

cular respiratory score as a predictor of outcomes. Later Asensio and colleagues,^{78,79} in two large prospective studies consisting of 60 and 105 patients, respectively, validated the cardiovascular respiratory score, described intraoperative predictors of outcomes, and using step-wise logistic regression analysis, identified factors such as gunshot wound exsanguination and restoration of blood pressure as the most predictable variables of mortality, all while correlating mortality and validating the American Association for the Surgery of Trauma (AAST-OIS) Organ Injury Scale for the heart.

These advances, which include the use of emergency department thoracotomy, a contemporary description of the subxyphoid pericardial window, the use of cardiopulmonary bypass for the management of complex cardiac and coronary injuries, the use of bioprosthetic materials in cardiac repairs, cardiac injury grading, and multiple retrospective and three prospective studies describing predictors of outcomes for these injuries,⁸⁰ have continued to improve the management and survival rates for these injuries with perhaps many more contributions to come.

This review of history brings to light many ingenious and daring contributions, which form the basis of the surgical armamentarium that modern-day trauma surgeons possess to deal with these injuries. Today, in many American urban trauma centers, surgical residents, trauma surgery fellows and trauma surgery attending staff routinely perform emergency department thoracotomy and cardiorrhaphy, along with complex cardiac repairs, with little reflection that it was 113 years ago that the first successful repair of a cardiac injury took place in one of the world's least violent countries, lending credence to the fact that we truly stand on the shoulders of giants.

REFERENCES

1. Homer. The Iliad, vol XVI. London:George Bell & Sons;1904: 299. Translated by Alexander Pope.
2. Homer. The Iliad, vol XIII. New York:Macmillan and Co;1922: 259. Translated by Lang, Leaf and Myers.
3. Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. Arch Surg 1926;13:205-227.
4. Hippocrates. The genuine works of Hippocrates, vol 2, sec 6, aphorism 18. New York: William Wood and Co;1886:252. Translated by Francis Adams.
5. 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;13:205-227.
6. Celsus (15th century AD). Medicinæ Libri Oco. Lib V, chap 26. L. Targae, Ludguni Batavorum, 1791:307. Translated by S and J Luchtmans. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. The technic of suture. Arch Surg 1926;13:205-227.
7. 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;13:205-227.
8. Aristotle (384-322BC). The Partibus Animalium. Lib III, chap 4. Opera Edidit Academia Regia Borrusca, vol 3, 328. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
9. Galen (130-200 AD). Medicorum Graecorum Opera. Vol VIII, Lipsiae Prostat in officina Libraria Car. Caoblochii 1824, Le Locis Affectis. Edited by Kuhn DC: Tome VIII, lib V, chap 2, 304. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
10. Paulus Aegineta (625-690 AD). The Seven Books of Lib VI, sect 88, vol 2, 241, 1846. Sydenham Society. Translated by Francis Adams. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
11. Fallopius (1523-1562 AD). Opera omnia tractatus de vulneribus in genere, 1600, chap 10,163. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
12. Pare A (1509-1590). The workers of that famous chirurgion Ambroise Pare. Translated by T Johnson. London: T Cates & Co;1634. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
13. Pare A. The apologii and treatise of Ambroise Pare (concerning the voyages made into divers places with many of his writings on surgery). In: G Keynes, ed. Chicago: University of Chicago Press; 1952:27.
14. Hanby WB. The case report and autopsy records of Ambroise Pare. Springfield, IL:Charles C Thomas;1960:49-50.
15. Fabricius ab Aquadependente (1637-1619 AD). Opera chirurgica, ch 21. Patavii, 1666, p 144. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
16. Boerhaave (1668-1738). De Vulnere in Genere, Aphorismi de Cognoscendis et Curandis Morbis, Aphorism 170, 43. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13: 205-227.
17. Riolanus J. A sure guide, or the best and nearest way to physick and chyrurgery (translated by Culpepper, N) London: P Cole; 1657.
18. Hollerius J. Communis aphorismi allegati. Quoted from Fischer G: Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9:571. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. Arch Surg 1926;13:205-227.
19. Cabrilanus B. Alphabet anatomic. Lyon: P Rigaud; 1614.
20. Wolf I. Cited by Fischer G. D Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9:571.
21. Tourby quoted from Fischer G. Die Wunden des Herzeus und des Herzbeutel. Arch Klin Chir 1868;9:571.
22. 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. Arch Surg 1926;13:205-227.
23. Morgagni JB. De sedibus et causis morborum. Lipsiae sumptibus Leopoldo Vossii, 1829.
24. Larrey DJ. Bull Sci Med 1810;6:284.
25. Larrey DJ. Chirurgie 1829;2:303.
26. 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;1:767-774.
27. Jobert JA. Reflexions sur les palces penetrantes du Coeur. Arch Gen Med 1839;6:1.
28. 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.
29. Fischer G. Die Wunden des Herzens und des Herzbeutels. *Arch Klin Chir* 1868;9:571.
 30. Billroth T. Quoted by Jeger E. Die Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens. Berlin: A Hirschwald;1913:295. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 31. Roberts JB. The surgery of the pericardium. *Ann Anat Surg* 1881;4:247.
 32. Block MH. Verhandlung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. Elfren Congress, Berlin, 1882; part 1:108. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 33. Billroth T. Cited by Richardson RG, ed. The scalpel and the heart. New York: Scribner;1970:27.
 34. Lillehei CW. Commentary on Daniel Hale Williams. In: Organ CH, Kosiba MM, eds. A century of black surgeons. The USA experience. Norman, OK: Transcripts Press;1987:332-334.
 35. Absolon KB. Theodore Billroth and cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;86:451-452.
 36. 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. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 37. Paget S. The surgery of the chest. Bristol: John Wright & Co; 1896:122-139.
 38. Del Vecchio S. Sutura de cuore. *Napoli: Reforma Med* 1985;38: xi-ii. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 39. Cappelen A. Vulnia cordis suture of Hjertet. *Norsk. Mag. F. Laegv; Kristiania*, 4 R: xi, 285, 1896. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 40. Farina G. Discussion. *Centralbl Chir* 1896;23:1224. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 41. Rehn L. Ueber Penetrierende Herzwunden und Herznaht. *Arch Klin Chir* 1897;55:315. As quoted by Beck CS. Wounds of the heart. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 42. Duval P. Le incision median thoraco-laparotomie. *Bull Mem Soc Chir Paris* 1907;33:15. As quoted by Ballance C. Bradshaw Lecture. The surgery of the heart. *Lancet* 1920;198:73-79.
 43. Fontan JP. As quoted by Peck. The operative treatment of heart wounds. *Bull Mem Soc Chir Paris* 1900;26:492.
 44. Hill LL. Wounds of the heart with a report of 17 cases of heart suture. *Med Record* 1900;58:921-24.
 45. Hill LL. A 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. *Med Record* 1902; 62:846-848.
 46. Dalton HC. Report of a case of a stab wound of the pericardium, terminating in recovery after resection of a rib and suture of pericardium. *Ann Surg* 1895;21:147-152.
 47. Williams DH. Stab wound of the heart and pericardium: Recovery-patient alive three years afterward. *Med Record* 1897; 51:437-439.
 48. Spangaro S. Sulla tecnica da seguire negli interventi chirurgici 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. *Arch Surg* 1926;13:205-227.
 49. Rehn L. Zur Chirurgie des Herzens und des Herzenbeutels. *Arch Klin Chir* 1907;723-778.
 50. Sauerbruch F. Über die Verwendbarkeit der pneumatischen Kammer für die Herzchirurgie. *Central Chir* 1907;34:44.
 51. 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.
 52. Peck CH. The operative treatment of heart wounds. *Ann Surg* 1909;50:100-134.
 53. Vaughn G.T. Suture of wounds of the heart. *JAMA* 1909;52: 429-438.
 54. Pool EH. Treatment of heart wounds. *Ann Surg* 1912;55:485-512.
 55. Borchardt E. Sammlung Klin. Leipzig: Vorträge; 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.
 56. Ballance C. Bradshaw lecture: the surgery of the heart. *Lancet* 1920;198:73-79.
 57. Smith WR. Cardiorrhaphy in acute injuries. *Ann Surg* 1923;78: 696-710.
 58. Schoenfield H. Heart injuries and suture. *Ann Surg* 1928;87: 823-828.
 59. Bigger IA. Heart wounds; a report of seventeen patients operated upon in the Med College of Virginia Hospitals and discussion of the treatment and prognosis. *J Thorac Surg* 1939;8:239-253.
 60. Elkin DC. The diagnosis and treatment of cardiac trauma. *Ann Surg* 1941;114:169.
 61. Beck C. Further observations on stab wounds of the heart. *Ann Surg* 1942;115:698-704.
 62. Turner GG. Gunshot wounds of the heart. In: Pugh WS, ed. War medicine, a symposium. London: Podolsky Edward; 1942.
 63. Griswold A, Macquire CH. Penetrating wounds of the heart and pericardium. *Surg Gynecol Obstet* 1942;74:406-418.
 64. Blalock A, Ravitch MMA. Consideration of nonoperative treatment of cardiac tamponade resulting from wounds of the heart. *Surgery* 1943;14:157-162.
 65. Elkin DC. Wounds of the heart. *Ann. Surg* 1944;120:817-821.
 66. Harken DE. Foreign bodies in, and in relation to the thoracic blood vessels and heart. *Surg Gynecol Obstet* 1946;14:117-125.
 67. Beall AC, Oschner JL, Morris GC, et al. Penetrating wounds of the heart. *J Trauma* 1961;1:195-207.
 68. Beall AC, Morris GC, Cooley DA. Temporary cardiopulmonary bypass in the management of penetrating wounds of the heart. *Surgery* 1962;52:330-337.
 69. Beall AC, Dietrich EB, Crawford HW. Surgical management of penetrating cardiac injuries. *Am J Surg* 1966;112:686.
 70. Beall AC, Gasior RM, Bricker DL. Gunshot wounds of the heart: changing patterns of surgical management. *Ann Thorac Surg* 1971;11:523-531.
 71. Arom KV, Richardson JD, Webb G, et al. Subxiphoid pericardial window in patients with suspected traumatic pericardial tamponade. *Ann Thorac Surg* 1977;23:545-549.
 72. Mattox KL, Beall AC, Jordan GL, et al. Cardiorrhaphy in the emergency center. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974;68:886-895.
 73. Ivatury RR, Shah PM, Ito K, et al. Emergency room thoracotomy for the resuscitation of patients with "fatal" penetrating injuries of the heart. *Ann Thorac Surg* 1981;32:377-385.
 74. Rohman M, Ivatury R, Steichen F, et al. Emergency room thoracotomy for penetrating cardiac injuries. *J Trauma* 1983;23: 570-576.

75. Lorenz PH, Steinmetz B, Lieberman J, et al. Emergency thoracotomy: survival correlates with physiologic status. *J Trauma* 1992;32:780.
76. Milham F, Grindlinger G. Survival determinants in patients undergoing emergency room thoracotomy for penetrating chest injury. *J Trauma* 1993;34:332-336.
77. Asensio JA, Murray J, Demetriades D, et al. Penetrating cardiac injuries: a prospective study of variables predicting outcomes. *J Am Coll Surg* 1998;186:24-32.
78. Asensio JA, Berne JD, Demetriades D, et al. One hundred five penetrating cardiac injuries: a 2-year prospective evaluation. *J Trauma* 1998;44:1073-1082.
79. Asensio JA, Stewart BM, Murray J, et al. Penetrating cardiac injuries. *Surg Clin North Am* 1996;76:685-724.
80. Buckman RF, Badellino MM, Mauro LH, et al. Penetrating cardiac wounds: prospective study of factors influencing initial resuscitation. *J Trauma* 1993;34:717-727.

Anexo II: TRISSCAN

Tabela 3 - TRISSCAN

<i>ISS</i>																
RTS	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	RTS
1.0	.33 .15	.25 .27	.19 .15	.14 .08	.10 .04	.07 .02	.05 .01	.03 .00	.02 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	1.0
	.07 .05	.05 .03	.03 .01	.02 .01	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	
1.5	.44 .59	.35 .40	.27 .24	.20 .13	.15 .06	.11 .03	.07 .02	.05 .01	.04 .00	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	1.5
	.11 .07	.08 .04	.05 .02	.04 .01	.03 .01	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	
2.0	.56 .72	.47 .54	.37 .36	.29 .21	.22 .11	.16 .05	.11 .03	.08 .01	.06 .01	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.01 .00	2.0
	.16 .15	.12 .08	.08 .04	.06 .02	.04 .01	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	
2.5	.67 .82	.59 .68	.49 .50	.40 .32	.30 .18	.23 .09	.17 .05	.12 .02	.09 .01	.06 .01	.04 .00	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	2.5
	.24 .24	.17 .13	.13 .06	.09 .03	.06 .02	.04 .01	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	.00 .00	
3.0	.77 .69	.69 .79	.61 .64	.51 .45	.42 .28	.33 .15	.25 .28	.19 .04	.13 .02	.10 .01	.07 .00	.05 .00	.03 .00	.02 .00	.02 .00	3.0
	.33 .35	.25 .21	.19 .11	.14 .05	.10 .03	.07 .01	.05 .01	.03 .00	.02 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	.00 .00	
3.5	.54 .93	.79 .87	.71 .76	.63 .59	.54 .40	.44 .24	.35 .13	.27 .07	.20 .03	.15 .02	.10 .01	.07 .00	.05 .00	.04 .00	.02 .00	3.5
	.45 .49	.35 .31	.27 .18	.20 .09	.15 .05	.11 .02	.07 .01	.05 .01	.04 .00	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	.00 .00	
4.0	.90 .96	.86 .92	.80 .85	.73 .72	.65 .55	.56 .36	.46 .21	.37 .11	.29 .06	.22 .03	.16 .01	.11 .01	.08 .00	.06 .00	.04 .00	4.0
	.55 .63	.47 .45	.37 .27	.29 .15	.22 .08	.16 .04	.11 .02	.08 .01	.06 .00	.04 .00	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	.01 .00	
4.5	.93 .98	.91 .92	.87 .81	.82 .82	.75 .68	.67 .50	.58 .32	.49 .18	.39 .09	.31 .05	.23 .02	.17 .01	.12 .01	.09 .00	.06 .00	4.5
	.68 .75	.59 .58	.47 .40	.40 .24	.31 .13	.23 .06	.17 .03	.12 .02	.09 .01	.06 .00	.04 .00	.03 .00	.02 .00	.01 .00	.01 .00	
5.0	.96 .99	.94 .97	.91 .95	.63 .89	.83 .79	.77 .63	.69 .45	.61 .28	.51 .15	.42 .08	.33 .04	.25 .02	.18 .01	.13 .00	.09 .00	5.0
	.77 .84	.70 .72	.61 .54	.51 .36	.42 .21	.33 .11	.25 .05	.19 .03	.13 .01	.10 .01	.07 .00	.05 .00	.03 .00	.02 .00	.02 .00	
5.5	.97 .99	.96 .97	.94 .97	.92 .93	.89 .87	.84 .76	.78 .59	.71 .41	.63 .24	.53 .13	.44 .07	.35 .03	.27 .02	.20 .01	.14 .00	5.5
	.84 .91	.79 .82	.72 .68	.63 .50	.54 .32	.44 .18	.35 .09	.27 .05	.20 .02	.15 .01	.10 .01	.07 .00	.05 .00	.04 .00	.02 .00	
6.0	.98 .99	.98 .99	.96 .98	.93 .96	.93 .92	.90 .85	.85 .72	.80 .55	.73 .36	.65 .21	.56 .11	.46 .06	.37 .03	.28 .01	.21 .01	6.0
	.90 .94	.86 .83	.80 .79	.73 .64	.65 .45	.56 .28	.47 .15	.37 .08	.29 .04	.22 .02	.16 .01	.11 .00	.08 .00	.06 .00	.04 .00	
6.5	.99 .99	.99 .99	.98 .99	.97 .98	.95 .95	.93 .91	.90 .82	.87 .68	.81 .50	.75 .32	.67 .18	.56 .09	.48 .05	.37 .02	.30 .01	6.5
	.93 .97	.91 .93	.87 .87	.82 .76	.75 .59	.67 .40	.58 .24	.49 .13	.39 .07	.31 .03	.23 .02	.17 .01	.12 .00	.09 .00	.06 .00	
7.0	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.98 .99	.97 .97	.96 .95	.94 .89	.91 .79	.88 .65	.83 .46	.77 .28	.69 .16	.60 .08	.51 .04	.41 .02	7.0
	.96 .98	.94 .96	.91 .92	.88 .85	.83 .72	.77 .55	.69 .36	.61 .21	.51 .11	.42 .06	.33 .03	.25 .01	.18 .01	.13 .00	.10 .00	
7.5	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.98 .99	.97 .97	.96 .94	.91 .87	.92 .76	.89 .60	.84 .41	.78 .25	.71 .13	.62 .07	.53 .03	7.5
	.97 .99	.97 .99	.94 .95	.92 .91	.87 .82	.84 .68	.78 .50	.71 .30	.83 .18	.54 .09	.44 .05	.35 .02	.27 .01	.20 .01	.14 .00	
8.0	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.99 .99	.96 .98	.96 .96	.97 .92	.95 .85	.93 .72	.89 .55	.85 .37	.80 .21	.73 .11	.65 .06	8.0
	.98 .99	.98 .99	.97 .97	.95 .95	.93 .89	.90 .79	.85 .64	.80 .45	.73 .28	.65 .15	.56 .08	.46 .04	.37 .02	.29 .01	.21 .00	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
<i>ISS</i>																

Anexo III: Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

Parecer CEP: N° 540/ 2009 CAAE: 0432.0.146.000-09



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 08/07/09.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 540/2009 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0432.0.146.000-09

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "TRAUMA CARDÍACO PENETRANTE".
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Gustavo Pereira Fraga.
INSTITUIÇÃO: Hospital das Clínicas/UNICAMP
APRESENTAÇÃO AO CEP: 15/06/2009

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 08/07/10 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Identificar os doentes tratados com trauma cardíaco; Verificar os métodos utilizados no diagnóstico e o tratamento adotado; Avaliar os índices de trauma e os fatores determinantes de morbidade e mortalidade.

III - SUMÁRIO

Será feito um estudo retrospectivo e descritivo no qual serão analisados dados de prontuários de pacientes vítimas de trauma cardíaco penetrante, na região metropolitana de Campinas, no período de janeiro de 1994 a dezembro de 2008. Os dados coletados serão inseridos no software Epi-Info versão 6.04. A divulgação será feita em forma de gráficos e tabelas associadas a explicações e análises dos resultados.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado a dispensa do Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI I- DATA DA REUNIÃO

Homologado na VI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 23 de junho de 2009.

Carmen Silvia Bertuzzo
Profa. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo

VICE-PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM/UNICAMP

Anexo IV: Penetrating cardiac trauma: does thoracotomy need always to be indicated?

Apresentação oral no 15° Congresso Europeu de Trauma e Cirurgia de Emergência & 2° Congresso Mundial de Trauma – Frankfurt, Alemanha.

Eur J Trauma Emerg Surg (2014) 40 (Suppl 1):S1–S231
DOI 10.1007/s00068-014-0398-3

Eur J Trauma Emerg Surg (2014) 40 (Suppl 1):S1–S231
DOI 10.1007/s00068-014-0398-3

ABSTRACTS

Abstracts

15th European Congress of Trauma and Emergency Surgery
and 2nd World Trauma Congress

May 25–27, 2014
Frankfurt, Germany

Congress President

Prof. Dr. Ingo Marzi
Frankfurt, Germany

 Springer

Fix stabilisation has been applied in 45 patients. Definitive fixation was applied averagely on day 8. In 21 cases fractures of the fibula have not been stabilised.

Results: All cases have been analysed for the reasons for valgus and varus malalignment, neurological complications, bone healing and functional recovery of the ankle joint. There have been 31 complications observed—infections 7 cases, non-union, delayed union and failure of fixation—6, malunion—10, peroneus superficialis dysfunction—4 and 3 cases with serious ankle joint stiffness.

Conclusion: Knowledge of biomechanics of LCP fixation in distal tibia fractures Type A and experience with operative technique is of paramount importance for better results but further research is needed.

References:

1. Hasenboehler E et al. LCP with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients. *Injury* 2007;38(3):365–70.

Disclosure: No significant relationships.

O262

DIAPHYSEAL TIBIAL FRACTURES: RISK FACTORS FOR DEEP INFECTION AND PROLONGED FRACTURE HEALING AFTER INTRAMEDULLARY NAILING

W. Metsmakers¹, P. Reynders², K. Handojo¹, S. Nijs¹

¹Trauma Surgery, University Hospitals Leuven, Leuven, Belgium,

²Orthopedics and Traumatology, Brugmann Ziekenhuis, Brussel, Belgium

Introduction: Despite advances in management, tibial shaft fractures remain vulnerable to complications which often require secondary surgery. Identification of risk factors could lead to strategies in prevention of these complications. The purpose of this study was to evaluate factors affecting infection and delayed fracture healing of tibial shaft fractures treated with intramedullary nailing.

Materials and methods: Between January 2000 and January 2012, 507 patients with a total of 513 tibial fractures met the inclusion criteria. Of these, 27 patients were lost in follow-up ($n = 16$) or had died ($n = 11$). Analysis was performed to determine predictors of deep infection and delayed fracture healing.

Results: In total, 480 consecutive patients with 486 tibial shaft fractures were included in the analysis. Multivariable statistical regression analysis revealed polytrauma as an individual risk factor for non-union. No specific risk factors could be identified for delayed union. Male gender, Gustilo type and polytrauma are different risk factors for delayed fracture healing in general. External fixation was statistically associated with deep infection.

Conclusion: This retrospective analysis revealed risk factors for deep infection and nonunion in patients who underwent intramedullary nailing for tibial shaft fractures. Patients with primary external fixation are at risk for deep infection. Polytrauma is an individual risk factor for non-union. Male gender, Gustilo type and polytrauma seem to be different risk factors for delayed fracture healing in general. We should consider the possibility that the nature of complications after tibial shaft nailing is multifactorial.

References:

1. Duan X, et al. Intramedullary nailing for tibial shaft fractures. *Cochrane Database* 2012.

Disclosure: No significant relationships.

THORACIC TRAUMA

O263

THE UNSTABLE THORACIC—CAGE INJURY: STERNAL FRACTURE AND CONCOMITANT FRACTURE OF THE THORACIC SPINE

M. Morgenstern¹, J. Friederichs¹, H. Callsen¹, S. Hungerer²

¹Trauma Surgery, BG Unfallklinik Murnau, Murnau, Germany,

²Trauma Surgery, BG Trauma Center Murnau, Murnau, Germany

Introduction: The purpose of this work is to investigate if the sternal fracture is frequently associated with an unstable fracture of the thoracic spine and if it can be regarded as indicator for unstable thoracic cage injuries.

Materials and methods: By analysis of CT-scans the combined injury pattern of a sternal fracture and a concomitant spinal fracture could be observed in 206 patients. The sternal fracture was associated with a cervical-, a thoracic- or a lumbar spine fracture in 81, 130 or 82 cases. The control group consisted of polytraumatized patients younger than 50 years with thoracic spine fracture and without sternal fracture.

Results: A type B or C fracture was found in 51.5 % of all injured patients in the study group. In the control group one third of the casualties had a type B or C fracture. This proves that in case of a concomitant sternal fracture, the number of type B or C thoracic spine fractures is significantly higher. In the cases where the fracture of the thoracic spine and the sternum were located in the same segmental height, 20 out of 35 fractures were classified as type C fractures. Consequently, a significant increased number of rotational unstable fractures could be proven in corresponding fracture locations.

Conclusion: The sternal fracture is an indicator for an type B or C fracture of the thoracic spine. In the cases where the sternal and the thoracic spine fracture are located in the same segment, a highly unstable type C fracture can be expected.

Disclosure: No significant relationships.

O264

PENETRATING CARDIAC TRAUMA: DOES THORACOTOMY NEED ALWAYS TO BE INDICATED?

K.T. Cardoso¹, B.M. Pereira², J. Cravind Neto¹, C.A. Mendes¹, M. Desideri³, V.B. Nogueira³, O. Petrucci³, G.P. Fraga²

¹Division of Trauma Surgery, University of Campinas, Campinas, Brazil, ²Department of Surgery, University of Campinas, Campinas, Brazil, ³Division of Cardiac Surgery, University of Campinas, Campinas, Brazil

Introduction: The classic treatment for penetrating injuries of the heart is surgery. Advances in diagnostic and minimally invasive surgery have changed this behavior in selected cases. This study aims to analyze the cases of minor cardiac injuries submitted to surgery at a university hospital and the possibility of a less invasive approach.

Materials and methods: A descriptive study using trauma registry of 96 patients undergoing surgical treatment for repair of cardiac injury. Were identified lesions grade I—II (AAST-OIS) and patients classified into two groups: (A) non-therapeutic thoracotomy (14 cases) and (B) lesions treated without thoracotomy (3 cases).

Results: In the 17 cases evaluated the predominant mechanism of injury was from firearms (11 cases, 64.7 %). These patients had hemodynamic stability on admission RTS average 7.6 ± 0.5 . Patients in group A had surgery due to positive pericardial window in 71.4 % of cases, positive echocardiography in one case (7.1 %) and positive computed tomography in 3 cases (21.4 %). The mean hospital length of stay of these patients was 9.58 days. Patients in Group B were treated with VAT and pericardial window/drainage, and had less morbidity compared to group A.

Conclusion: The rate of non-therapeutic thoracotomy can be reduced significantly in services with well-established protocol for investigation. Larger samples are needed to confirm this hypothesis.

References:

1. Pereira BM et al. Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university teaching hospital. *J Surg Res.* 2013;183(2):792-7.

Disclosure: No significant relationships.

O265

ROLE OF TUBE THORACOSTOMY FOR TRAUMATIC OCCULT HEMOTHORAX IN ADULTS, A SYSTEMATIC REVIEW

J. Lampron¹, B. Rechel²

¹Surgery, The Ottawa Hospital, Ottawa, ON, Canada, ²Department of Disease Control, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK

Introduction: There is no clear guidance reported in the literature regarding management of occult hemothorax (OH) in adults with blunt trauma. The objective of this systematic review is to identify what is the occurrence of OH and what are the prognostic factors to predict success of conservative management.

Materials and methods: MEDLINE, Embase and the Cochrane Library databases were searched. All studies addressing occurrence of OH and outcome of conservative management in blunt thoracic trauma were included. Methodological quality was assessed and extracted data were analyzed with narrative synthesis. Main medical textbooks and professional associations guidelines were also reviewed.

Results: A total 1,222 of articles and abstracts were screened, of which, only four observational studies fulfilled the inclusion criteria. No randomized controlled trials were found. Occurrence of occult hemothorax varies between 21.5 to 30 % of adults with blunt thoracic trauma. Evidence exist that occult hemothorax less than 1.5 cm can be observed safely. High Injury Scoring Scales and the need for mechanical ventilation are inconsistently prognostic factors of failure of observation.

Conclusion: Giving the very few articles and moderate quality of evidence, only weak conclusion can be drawn. The size seems to be the most predictive factor of failure of conservative management. OH less than 1.5 cm could probably be observed safely in blunt trauma patients who present in a level I trauma centre. The prognostic factors identified to predict failure should be confirmed in future prospective cohort studies.

References:

1. *Am J Surg.* 1994;168:688-92.
2. *Am J Surg.* 2006;192:722-6.
3. *Am J Surg.* 2005;190:841-4.
4. *Am J Surg.* 2011;201:766-9.

Disclosure: No significant relationships.

O266

SITES FOR NEEDLE DECOMPRESSION OF TENSION PNEUMOTHORAX: LET THERE BE LIGHT

J. Samritulak¹, N. Kiaranantawat², K. Kaewsengruang¹, N. Praphekaew³, B. Sanghong¹

¹Department of Surgery, Prince of Songkla University, Hat-Yai, Thailand, ²Department of Radiology, Prince of Songkla University, Hat-Yai, Thailand, ³Epidemiology Unit, Prince of Songkla University, Hat-Yai, Thailand

Introduction: Needle decompression for tension pneumothorax is recommended in the second intercostal space (ICS) at the mid-clavicular line (MCL) as the standard of care. Recent literatures proposed the procedure had better be done in the fifth ICS at the midaxillary line (MAL). The purpose of this study was to compare the utility of needle thoracostomy in these two positions.

Materials and methods: All adult trauma patients admitted to the Songklanagarind Hospital, a trauma center in Thailand, from 2011 to 2013 were identified. One hundred thirty-two patients were chosen on the basis of a priori power analysis. Chest wall thickness on computed tomography (CT) at the second ICS in the MCL was compared with the fifth ICS in the MAL.

Results: The mean difference in chest wall thickness between the fifth ICS at the MAL and the second ICS at the MCL was 9.3 mm ($p < 0.001$) in which the chest wall thickness at the second ICS in the MCL was thinner. The percentage of patients with chest wall thickness greater than the standard 5-cm decompression needle was only 6 % at the second ICS in the MCL but 32 % at the fifth ICS in the MAL.

Conclusion: Contrary to recent literatures, needle decompression would be expected to fail in only 6 % of cases at the second ICS in the MCL. The standard recommendation for the location of needle decompression is ensured.

References:

1. Inaba K, Ives C, McClure K, et al. Radiologic evaluation of alternative sites for needle decompression of tension pneumothorax. *Arch Surg* 2012;147:813-8.

Disclosure: No significant relationships.

O267

AN INNOVATIVE THERAPEUTIC MODULE FOR MANAGEMENT OF PNEUMOTHORAX; VERESS NEEDLE THORACOSTOMY, AIR CONTROL SYSTEM AND INDUCED HYDROTHORAX; PROVED SUPERIOR TO THE TRADITIONAL MODALITY

M.M. Nasr

General Surgery, University Medical Center, Arabian Gulf University, Manama, Bahrain

Introduction: The dilemma of thoracostomy whether open, closed or minimal access is still going on. Relying on multiple published researches; here by the suggested innovative module for diagnosis confirmation, easy, fast and safe thoracostomy access, improved air drainage and superior over all outcome.

Materials and methods: This is a case series experimental study in the field of management of pneumothorax. A complete drainage system set is standardized. Once diagnosis is assured, Veress

Anexo V: Autorização e direito de cópia



RightsLink®

Home

Account Info

Help



Title: Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university teaching hospital

Author: Bruno Monteiro Tavares Pereira, Vitor Baltazar Nogueira, Thiago Rodrigues Araújo Calderan, Marcelo Pinheiro Villaça, Orlando Petrucci, Gustavo Pereira Fraga

Publication: Journal of Surgical Research

Publisher: Elsevier

Date: August 2013

Copyright © 2013 Elsevier Inc. All rights reserved.

Logged in as:
Bruno Pereira

LOGOUT

Order Completed

Thank you very much for your order.

This is a License Agreement between Bruno M Pereira ("You") and Elsevier ("Elsevier"). The license consists of your order details, the terms and conditions provided by Elsevier, and the [payment terms and conditions](#).

[Get the printable license.](#)

License Number	3482110312803
License date	Oct 04, 2014
Licensed content publisher	Elsevier
Licensed content publication	Journal of Surgical Research
Licensed content title	Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university teaching hospital
Licensed content author	Bruno Monteiro Tavares Pereira, Vitor Baltazar Nogueira, Thiago Rodrigues Araújo Calderan, Marcelo Pinheiro Villaça, Orlando Petrucci, Gustavo Pereira Fraga
Licensed content date	August 2013
Licensed content volume number	183
Licensed content issue number	2
Number of pages	6
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	full article
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier article?	Yes
Will you be translating?	No
Title of your thesis/dissertation	Penetrating cardiac trauma: 20-y experience from a university teaching hospital
Expected completion date	Oct 2014
Estimated size (number of pages)	90
Elsevier VAT number	GB 494 6272 12
Permissions price	0.00 USD
VAT/Local Sales Tax	0.00 USD / 0.00 GBP
Total	0.00 USD

ORDER MORE...

CLOSE WINDOW

Copyright © 2014 [Copyright Clearance Center, Inc.](#) All Rights Reserved. [Privacy statement.](#)
Comments? We would like to hear from you. E-mail us at customercare@copyright.com