



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Ciências Médicas**

**VITOR FAVALI KRUGER**

## **HÉRNIA DIAFRÁGMATICA PÓS-TRAUMÁTICA**

**CAMPINAS**  
**2022**

**VITOR FAVALI KRUGER**

**HÉRNIA DIAFRÁGMATICA PÓS-TRAUMÁTICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médias da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Ciências, na área de Fisiopatologia Cirúrgica.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Gustavo Pereira Fraga.

ESTE TRABALHO CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO VITOR FAVALI KRUGER E ORIENTADA PELO PROF. DR. GUSTAVO PEREIRA FRAGA.

**Campinas  
2022**

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas  
Patricia de Paula Ravaschio - CRB 8/6426

K939h Kruger, Vitor Favali, 1989-  
Hérnia diafragmática pós-traumática / Vitor Favali Kruger. – Campinas, SP :  
[s.n.], 2022.

Orientador: Gustavo Pereira Fraga.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade  
de Ciências Médicas.

1. Traumatismos abdominais. 2. Diafragma. 3. Hérnia diafragmática  
traumática. I. Fraga, Gustavo Pereira, 1969-. II. Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Post-traumatic diaphragmatic hernia

**Palavras-chave em inglês:**

Abdominal injuries

Diaphragm

Traumatic diaphragmatic hernia

**Área de concentração:** Fisiopatologia Cirúrgica

**Titulação:** Mestre em Ciências

**Banca examinadora:**

Gustavo Pereira Fraga [Orientador]

Luiz Roberto Lopes

Sandro Rizoli

**Data de defesa:** 28-04-2022

**Programa de Pós-Graduação:** Ciências da Cirurgia

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-6246-1898>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7090554045864377>

---

## **COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO**

**VITOR FAVALI KRUGER**

---

**ORIENTADOR: PROF. DR. GUSTAVO PEREIRA FRAGA**

---

### **MEMBROS TITULARES:**

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

**2. PROF. DR. LUIZ ROBERTO LOPES**

**3. PROF. DR. SANDRO RIZOLI**

---

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

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da FCM.

**Data de Defesa: 28/04/2022**

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Siuze e Walter,  
exemplos de amor, cumplicidade e apoio,  
alicerce de minha formação como pessoa.*

*Aos meus amados avós (in memoriam), nos quais as  
boas lembranças vivem em mim*

*À minha irmã Fernanda,  
minha incentivadora à vida médica.*

*À Nara, pela atenção e tolerância,  
companheira inseparável.*

*Ao meu amigo José Orlando Dias Grunewald (in  
memoriam) pela proteção espiritual e orientação dos  
caminhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Gustavo Pereira Fraga, orientador, amigo, chefe da disciplina de Cirurgia do Trauma da Unicamp, exemplo de dedicação à doença trauma em nosso país.

Ao Dr. José Benedito Bortoto, professor e principal orientador nos anos de residência médica, colega e exemplo como médico.

Ao Prof. Dr. Elcio S. Hirano, professor, orientador, amigo, colega de plantão e um exemplo a ser seguido na dedicação ao estudo e a instituição.

Aos médicos e amigos da Disciplina de Cirurgia do Trauma da Unicamp: Dr. Cesar V. Carmona, Dr. Guilherme V. Meirelles, Prof. Dr. Henrique José V. Silveira, Dr. Jorge Carlos M. Curi, Profa. Dra. Maria de Lourdes Setsuko Ayrizono, Dr. Luiz Antônio Albigiante, Dr. Thiago Araujo Calderan, Dr. Mario E. F. Mantovani, Dr. Mauricio Zulian, Dr. Rodrigo B. de Carvalho, Dra. Vânia Pinto, Dr. Waldemar Prandi Filho e Dr. Wilson S. Cassin, que foram meus professores, transmissores de conhecimento e colegas de profissão.

A equipe multiprofissional da UTI do Trauma do HC Unicamp, pelo aprendizado e respeito ao longo dos anos como plantonista.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, possibilitaram que este trabalho saísse dos planos da idealização.

## ABREVIATURAS E SIGLAS

AAST – The American Association for the Surgery of Trauma  
AIS – Escala Abreviada de Lesões – Abbreviated Injury Scale  
ATI – Índice de Trauma Abdominal – Abdominal Trauma Index  
ATLS® – Advanced Trauma Life Support  
ACS® - American College of Surgeons  
CAAE – Certificado de Apresentação e Apreciação Ética  
CID – Classificação Internacional de Doenças  
DCT – Disciplina de Cirurgia do Trauma  
DSTC® – Definitive Surgical Trauma Care  
ECG – Escala de coma de Glasgow  
EUA – Estados Unidos da América  
ETC® - European Trauma Course  
CmH<sub>2</sub>O – Centímetros de água  
FAB – Ferimento por arma branca  
FAST – Avaliação focada com ultrassonografia para trauma  
e-FAST - Avaliação estendida focada com ultrassonografia para trauma  
FCM – Faculdade Ciências Médicas  
FPAF – Ferimento por projétil de arma de fogo  
FR – Frequência respiratória  
HC – Hospital de Clínicas  
IATSIC – International Association for Trauma Surgery and Intensive Care

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
IQR – Intervalos interquartis  
ISS – Escala de Gravidade da Lesão – Injury Severity Score  
LPD – Lavado peritoneal diagnóstico  
MS – Ministério da Saúde  
mL – mililitros  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
OR – Razão de risco – Odds ratio  
  
P.A.R.T.Y. – Prevent Alcohol and Risk-Related Trauma in Youth  
PAS – Pressão arterial sistólica  
RMC – Região Metropolitana de Campinas  
RTS – Escore de Trauma Revisado – Revised Trauma Score  
SAM – Serviço de Arquivo Médico  
SDRA – Síndrome do desconforto respiratório agudo  
SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade  
SUS – Sistema Único de Saúde  
SMS – Secretaria Municipal de Saúde  
TRISS – Trauma and Injury Severity Score  
Unicamp – Universidade Estadual de Campinas  
UTI – Unidade de terapia intensiva  
% - Porcentagem

## FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Taxa de mortalidade por lesões de trânsito, segundo condição da vítima. Brasil, 2000 a 2017.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 14 |
| Figura 2. Coeficientes de mortalidade dos principais tipos de causa externa. Secretaria Municipal de Saúde (SMS) – Campinas – SP, 2000-2017. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15 |
| Figura 3 – Trauma abdominal contuso. Radiografia evidencia elevação da cúpula diafragmática direita >5cm em comparação com cúpula esquerda. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 44 |
| Figura 4 – Masculino, ferimento por arma branca (FAB) em região de transição toracoabdominal esquerda, lesão diafragmática grau III, com diagnóstico após 48h da admissão hospitalar. A esquerda, radiografia simples de tórax com presença de cólon transverso intra torácico .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 45 |
| Figura 5 – Mesmo relato do caso acima após reformatações multiplanares. Corte sagital: presença de cólon transverso com atelectasia do pulmão adjacente. Corte coronal: presença de cólon transverso com atelectasia pulmonar e desvio contralateral da traqueia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 45 |
| Figura 6 – Masculino, trauma abdominal contuso de alta energia. Trauma cranioencefálico grave. Radiografia simples de tórax evidencia perda do contorno diafragmático com borramento base pulmonar a esquerda com víscera abdominal intratorácica, visualizando-se sonda nasogástrica no tórax. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 46 |
| Figura 7 – Masculino, trauma abdominal contuso de alta energia após capotamento e desa-celeração lateral contra anteparo fixo. Lesão traumática de aorta grau III e fratura pélvica. Radiografia de tórax mostra perda do contorno diafragmático, hemotórax com fraturas de arcos costais a esquerda. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 46 |
| Figura 8 - Tomografia computadorizada do caso relatado acima. Corte axial: Estômago intratorácico (nível líquido), contusão pulmonar difusa e hemotórax laminar a esquerda. Corte coronal: Estômago intratorácico, perda da cúpula diafragmática, contusão pulmonar. Sinal do colar a esquerda ( <i>waistlike constriction</i> ). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 47 |
| Figura 9 – Masculino, atropelamento. Drenagem de tórax com débito de 1200mL hemático. Radiografia a esquerda evidencia drenagem de tórax, pneumotórax, fratura de múltiplos arcos costais, perda do contorno diafragmático/borramento base pulmonar, sonda nasogástrica intratorácica e enfisema de partes moles a esquerda. Tomografia tórax, corte axial mostra fraturas de múltiplos arcos costais a esquerda, extenso enfisema de partes moles, atelectasia da base pulmonar esquerda, dreno tórax e sonda nasogástrica no tórax com herniação do estômago e baço em hemitórax esquerdo, evidenciando sinal da víscera dependente..... | 47 |
| Figura 10 – Masculino, agressão interpessoal com trauma abdominal contuso. Corte axial da tomografia evidência estômago intratorácico a esquerda, com sinal da víscera dependente.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 48 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 11 – Trauma abdominal contuso. Radiografia a esquerda evidencia elevação da cúpula diafragmática direita >5cm em comparação com cúpula esquerda. Tomografia no corte axial evidencia atelectasia pulmonar a direita. ....                                                                                | 48 |
| Figura 12 – Mesmo paciente da radiografia e tomografia acima mencionados. Corte coronal a esquerda: evidencia hérnia diafragmática pós-traumática em hemitórax a direita com fígado intratorácico. Sinal da corcova ( <i>hump liver sign</i> ). Corte sagital: Sinal da corcova ( <i>hump liver sign</i> )..... | 49 |
| Figura 13 – A: Estrutura abdominal herniada para o tórax. B: redução visceral para cavidade abdominal. C: avaliação da lesão diafragmática com graduação. D: sutura da lesão diafragmática com fio inabsorvível, em pontos separados. ....                                                                      | 50 |

## RESUMO

Este estudo reporta a experiência com 55 casos de hérnia diafragmática pós-traumática tratados em um hospital universitário brasileiro. A hérnia diafragmática pós-traumática é uma lesão incomum e apresenta desafios diagnósticos e terapêuticos. Ocasionalmente, ela é despercebida em pacientes traumatizados e geralmente está associada a morbidade e mortalidade significativas. Esta análise teve como objetivo melhorar os resultados diagnósticos do atendimento ao paciente traumatizado. O método é um desenho retrospectivo de análise de registros do banco de dados dos pacientes traumatizados no HC-Unicamp realizado para investigar incidência, mecanismo de trauma, método diagnóstico, órgãos herniados, lesões associadas, escore de trauma, morbidade e mortalidade.

Cinquenta e cinco pacientes foram analisados. O trauma contuso foi duas vezes mais frequente que o trauma penetrante e foi associado a lesão de alto grau; colisão de veículos automotores foi o mecanismo mais comum. A hérnia do lado esquerdo foi quatro vezes mais frequente que a do lado direito, embora as lesões críticas tenham sido mais frequentemente associadas ao lado direito. O estômago foi o órgão mais herniado em ambos os mecanismos de trauma. O diagnóstico pré-operatório foi feito principalmente por radiografia de tórax (55%). O diagnóstico intra-operatório foi realizado principalmente por laparotomia e não por laparoscopia. Lesões associadas foram observadas em 43 pacientes (78%) e a mortalidade foi de 20% para ambos os lados.

Conclui-se que lesões isoladas são raras e a presença de lesões associadas aumenta a morbidade e mortalidade. A radiografia de tórax na sala de trauma é útil como exame inicial, embora não seja adequada para uso como método definitivo. Apesar do uso da laparoscopia em alguns casos, a laparotomia é a abordagem mais comum.

Palavras-chave: Traumatismos abdominais, Diafragma, Hérnia diafragmática traumática.

## ABSTRACT

**Introduction:** This report reviews our clinical experience with 55 cases of traumatic diaphragmatic hernia at a Brazilian university hospital. Traumatic diaphragmatic hernia is an uncommon injury and presents diagnostic and therapeutic challenges. Occasionally, it is missed in trauma patients and is usually associated with significant morbidity and mortality. This analysis aimed to improve the diagnostic outcomes of trauma patient care. **Methods:** retrospective design analysis of database records of trauma patients at HC-Unicamp were performed to investigate incidence, trauma mechanism, diagnosis, herniated organs, associated injuries, trauma score, morbidity and mortality. **Results:** Fifty-five patients were analyzed. Blunt trauma was two-fold more frequent than penetrating trauma and was associated with high-grade injury; motor vehicle collision was the most common mechanism. Left-sided hernia was four-fold more frequent than that on the right side, although critical injuries were more frequently associated with the right side. The stomach was the most herniated organ in both trauma mechanisms. Preoperative diagnosis was mostly performed using chest radiography (55%). Intraoperative diagnosis was mostly performed via laparotomy rather than laparoscopy. Associated injuries were observed in 43 patients (78%) and the mortality rate was 20% for both the sides. **Conclusion:** Isolated injuries are rare, and the presence of associated injuries increases morbidity and mortality. Chest radiography in the trauma bay is useful as an initial examination, although it is not suitable for use as a definitive method. Despite the use of laparoscopy in a few cases, laparotomy is the most common approach.

Keywords: Abdominal trauma, Diaphragm, Traumatic diaphragmatic hernia.

## SUMÁRIO

|              |                                                       |           |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>Introdução .....</b>                               | <b>13</b> |
| <b>2</b>     | <b>Objetivos .....</b>                                | <b>32</b> |
| <b>3</b>     | <b>Método .....</b>                                   | <b>33</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Casuística.....</b>                                | <b>33</b> |
| <b>3.1.1</b> | <b>Local do estudo.....</b>                           | <b>33</b> |
| <b>3.1.2</b> | <b>Tipo de estudo.....</b>                            | <b>34</b> |
| <b>3.1.3</b> | <b>População de estudo e variáveis estudadas.....</b> | <b>34</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Comitê de ética e pesquisa .....</b>               | <b>37</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>Análise estatística .....</b>                      | <b>37</b> |
| <b>4</b>     | <b>Resultados: .....</b>                              | <b>38</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Figuras .....</b>                                  | <b>44</b> |
| <b>5</b>     | <b>Discussão.....</b>                                 | <b>51</b> |
| <b>6</b>     | <b>Conclusões .....</b>                               | <b>64</b> |
|              | <b>Referências .....</b>                              | <b>65</b> |
|              | <b>Anexos .....</b>                                   | <b>75</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 – Considerações gerais de trauma

O trauma é doença decorrente de causas externas. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) entende-se por causas externas a ocorrência de lesões, envenenamentos e outros efeitos adversos, incluindo acidentes de transporte, lesões autoprovocadas, agressões, eventos cuja intenção é indeterminada, intervenções legais e operações de guerra e complicações de assistência médica e cirúrgica (1). Aproximadamente 14 mil pessoas morrem por dia no mundo vítimas de trauma e mais de 5,8 milhões anualmente, representando 10% das mortes do mundo (2). Dentre esse número anual de óbitos, 24% são lesões de trânsito, 18% causas não intencionais, 16% suicídios, 14% quedas, 10% homicídios, 7% afogamentos, 5% queimaduras e 4% envenenamentos (2). A OMS prevê-se que, no ano de 2030, as lesões de trânsito serão a sétima principal causa de óbitos mundialmente e as quedas estarão na décima sétima posição (2).

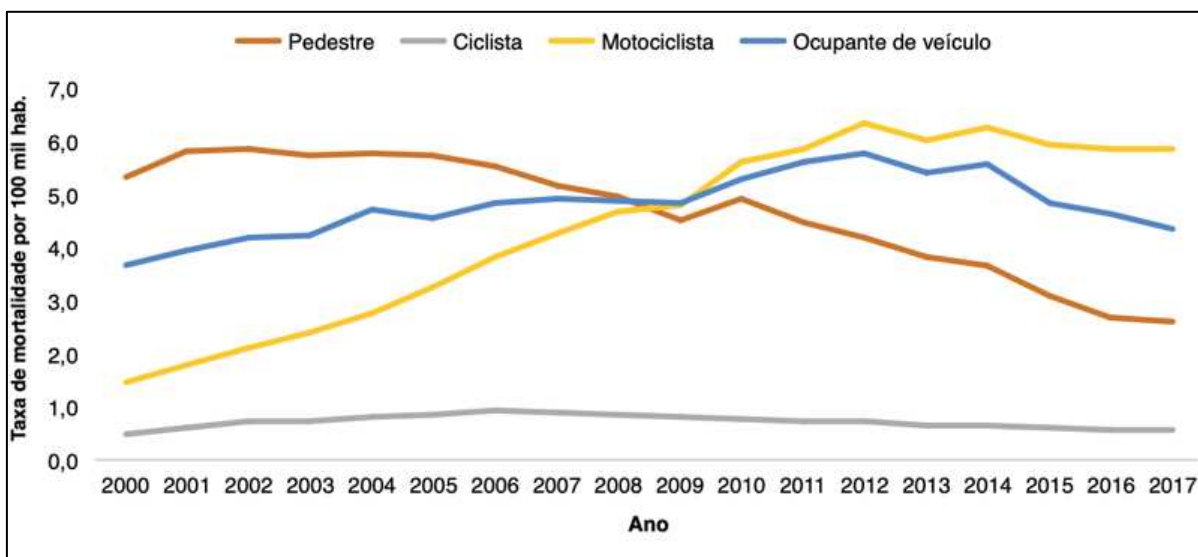
Entretanto, as causas externas não afetam a população mundial de maneira homogênea. As três principais causas de morte entre homens são as lesões de trânsito, suicídio e homicídio, e nas mulheres são as lesões de trânsito seguido de quedas e suicídio, com impacto particular nos jovens. Mundialmente, trauma é a causa mais comum de morte entre pessoas entre 15 e 29 anos e a terceira mais comum entre 30-49 anos (2).

Segundo dados do site DataSUS do Ministério da Saúde (MS) (3), em 2017, o Brasil teve 158.657 mil óbitos na categoria Classificação Internacional de Doenças (CID-10) causas externas (V01-99, W00-X59, X60-84, X85-Y09, Y10-34, Y35-36, Y40-84, Y85-89). Segundo os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), do MS, agrupando as categorias agressões e intervenções legais as categorias do CID-10 compreendidas entre Y85-Y09; Y35-36, em 2017, houve 65.602 homicídios no Brasil (3). Equivalente à taxa de aproximadamente 31,6 mortes para cada 100.000 habitantes (4).

Agrupando as categorias acidente de transporte, compreendida entre os CID-10 (V01-99) no ano de 2017, foram registrados 36.430 óbitos (3). Equivalente a

uma taxa de aproximadamente 17,6 mortes para cada 100.000 habitantes (4). No panorama nacional, as lesões de trânsito representam a segunda causa de morte entre jovens e adultos de 15 a 39 anos, com 52% dos óbitos em 2017 (3).

Os diversos mecanismos envolvidos nas lesões de trânsito sofreram mudanças ao longo da última década. A introdução das motocicletas como meio de transporte rápido e de fácil mobilidade urbana, fez com que aumentasse o número de usuários delas, porém, seu uso praticamente triplicou o número de óbitos em acidentes envolvendo aqueles veículos, saltando da taxa, em 2003, de dois óbitos para cada 100.000 habitantes para seis óbitos para cada 100.000 habitantes (5).



*Figura 1. Taxa de mortalidade por lesões de trânsito, segundo condição da vítima. Brasil, 2000 a 2017.*

No início dos anos 2000, os pedestres eram as principais vítimas fatais, atualmente, as lesões a pedestres tiveram redução de 51,2%.

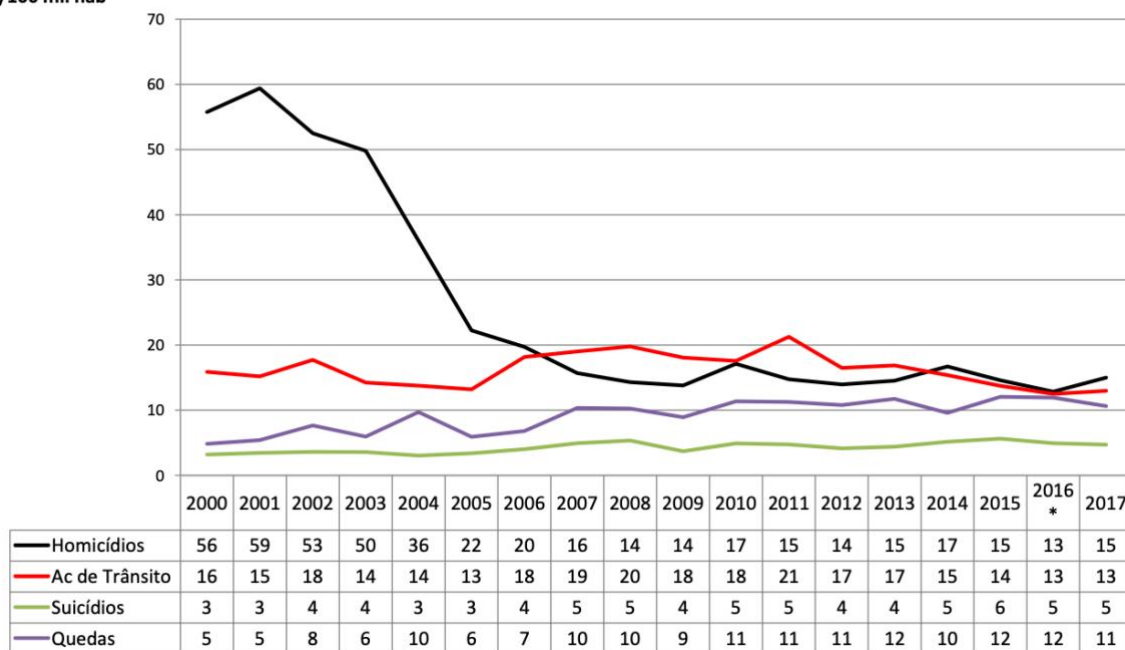
Apesar de desenvolvida e considerada um centro tecnológico, a região metropolitana de Campinas (RMC) é marcada pela grande quantidade de eventos traumáticos. Na última década, houve drástica redução nos índices de homicídios do município, passando de 55/100.000 em 2000 para 14,5/100.000 em 2010 (6).

Inversamente, houve crescente aumento na frota de veículos. A região possui extensa malha urbana e rodoviária com alto fluxo misto de veículos. Em 2000, a frota da cidade era de 454 mil veículos, passando em 2010 para 733 mil e no ano

de 2019 com 917 mil. As motocicletas tiveram aumento exponencial entre 2000 e 2019, saltando de 39 mil para 135 mil e representando 15% da frota da cidade.

Os atropelamentos na cidade seguiram a tendência nacional, apresentaram constantes elevações no período até 2008, seguido por sucessivas quedas a partir de 2010 até 2019 (7).

óbitos/100 mil hab



*Figura 2. Coeficientes de mortalidade dos principais tipos de causa externa. Secretaria Municipal de Saúde (SMS) – Campinas – SP, 2000-2017.*

Conhecer princípios de biomecânica nos eventos traumáticos amplia o entendimento do trauma como doença e não como uma simples fatalidade. A distribuição trimodal é caracterizada por três picos de mortes (8). O primeiro pico corresponde a 50% das mortes, ocorrendo minutos após o evento. Estas mortes, poderiam ser evitadas apenas por campanhas de promoção e prevenção em saúde. O segundo pico corresponde a 30% das mortes, ocorrendo horas após o evento. Essas mortes podem ter seu desfecho alterado por um sistema de trauma consolidado e, por último, o terceiro pico, que corresponde a 20% das mortes, ocorrendo dias e semanas após o evento, podendo ser reduzidas com qualidade de atendimento durante internação, hospital com recursos necessários e equipe qualificada.

A base para a avaliação do sistema de trauma é o estabelecimento e a manutenção de um registro de trauma. No Brasil, os sistemas de informação fornecem

dados limitados e pouco fidedignos. Infelizmente, a doença trauma permanece inadequadamente estudada em nosso país, o que nos demonstra a necessidade urgente de um registro nacional de trauma.

O sistema de trauma é uma abordagem organizada para a prestação de cuidados aos pacientes traumatizados na comunidade.

Nos Estados Unidos da América (EUA), desde década de 1960, os sistemas de trauma são discutidos e formulados, porém, o conceito de sistemas de trauma em nosso país é praticamente inexistente (9).

O sistema de trauma ideal inclui todos os componentes referentes ao atendimento ideal ao trauma, como prevenção, atendimento pré-hospitalar e transporte, atendimento hospitalar, reabilitação e atividades de pesquisa.

Ações de promoção e proteção da saúde são fundamentais nos modelos assistenciais em saúde. A promoção tem foco em planejamento de prioridades, autocuidado, sistemas de saúde e coletividade. Por outro lado, a prevenção é definida como intervenções orientadas a fim de evitar o surgimento de doenças específicas, reduzindo sua incidência e prevalência nas populações (10).

Quando se discute trauma, os programas de prevenção e promoção em saúde ganham atenção especial. Estratégias utilizadas são: legislação, educação continuada, mudança de comportamento e tecnologias (11). Para exemplificar com a legislação, temos a regulamentação do trânsito do Código de Trânsito brasileiro, instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, criando responsabilidades civis e criminais aos condutores infratores. Outro exemplo, em 2003 foi sancionado o Estatuto do Desarmamento e houve considerável queda nas taxas de homicídios por ferimentos por projétil por arma de fogo (FPAF). Entre 1981-2003, a taxa média anual havia sido de 5,44%, em disparidade dos 0,85% entre os anos de 2003-2017 (12).

Campanhas nacionais de conscientização no trânsito como Maio Amarelo e Faixa Viva fazem parte da promoção de informação sobre mobilidade segura (13). Projetos como P.A.R.T.Y (*Prevent Alcohol and Risk-Related Trauma in Youth*), desenvolvido pelo *Sunnybrook Office for Injury Prevention*, Canada, em 1986 e no Brasil implantado em 2008, incentivaram as atividades com diversas parcerias e

equipes multidisciplinares, conscientizando principalmente os jovens sobre os riscos do álcool e direção (14).

Tratando-se de prevenção, as mudanças de medidas comportamentais, culturais e legislativas, podem demandar longos períodos para serem alcançadas na sociedade (11).

Qualidade de atendimento está diretamente relacionada à qualidade de ensino médico e multidisciplinar em trauma. Faz-se necessário as escolas médicas entenderem o trauma como doença, aplicando em seus currículos o atendimento de urgências traumáticas e o ensino cirúrgico em trauma. A ideia de uma nova abordagem no atendimento das vítimas de trauma deu início a programas educacionais. O programa educacional Suporte Avançado de Vida no Trauma (*Advanced Trauma Life Support – ATLS®*) merece destaque na difusão do conhecimento em trauma em nosso país.

Outra proposta emergente, é a cirurgia do trauma como especialidade médica. Enfatizar todo contexto de trauma como doença e problema de saúde pública sem reconhecer o profissional que atua nessa área como especialista, de certa maneira, além de injusto e desestimulador, é incoerente. Apesar de negligenciado da agenda de autoridades mundiais e nacionais, a doença trauma é problema de saúde pública, com consumo estratosférico de recursos em saúde, necessitando de atenção integral das autoridades.

## **1.2 - Diafragma**

O diafragma é uma estrutura musculotendinosa em forma de cúpula. Possui superfície superior convexa, voltada para a cavidade torácica, e superfície inferior côncava, voltada para a cavidade abdominal (15). As posições das cúpulas direita e esquerda do diafragma são variáveis, normalmente, a cúpula direita é mais elevada (15).

O diafragma tem origem embriológica altamente complexa, inicia-se na terceira semana com finalização na décima segunda semana. Estruturas como septo transversal, o mesentério do esôfago, membranas pleuroperitoneais e a invasão muscular das paredes laterais do corpo estão presentes em sua embriogênese e

depende da fusão de várias estruturas, portanto, uma série de falhas de desenvolvimento podem ocorrer (16). Existe um ponto embriológico de fraqueza no folheto posterior e lateral do lado esquerdo diafragma decorrente de falha do fechamento normal dos folhetos pleuroperitoneais, principalmente o folheto posterior, que é mais frágil que o anterior (16, 17).

Existem pontos anatômicos de relevância, entre eles, o tendão central e a parte muscular do diafragma. O tendão central, estrutura aponeurótica trifoliada, é a convergência radial das fibras musculares, proveniente da parte muscular do diafragma. Situa-se mais anterior (15, 17). A parte muscular circundante do diafragma forma uma folha contínua sendo dividida em três partes: esternal, costal e lombar (17). Esternal consiste em dois folhetos musculares que se fixam na face posterior do apêndice xifoide. A costal, que consiste em largos folhetos musculares que se fixam nas superfícies internas das seis cartilagens costais inferiores e suas costelas adjacentes. A parte lombar, originada de dois arcos aponeuróticos, os ligamentos arqueados medial e lateral.

O diafragma se fixa anteriormente na parte inferior do esterno, enquanto a porção mais posterior se insere no perióstio do primeiro ao terceiro corpo vertebral lombar. A porção mais ampla, lateralmente, se insere nos arcos costais. Esta inserção se estende da sexta costela, anteriormente, até a décima segunda costela, posteriormente (15, 17).

O diafragma possui três principais aberturas. Estas aberturas, denominadas de hiatos diafragmáticos, permitem que estruturas passem entre o tórax e o abdome. O forame da veia cava é a abertura próxima ao tendão central, localizado superior e à direita do plano mediano, situando-se na altura da oitava e nona vértebras torácicas, permitindo a passagem da veia cava, ramos terminais do nervo frênico direito e alguns vasos linfáticos (17). O hiato esofágico, habitualmente localizada na crura direita, ficando na altura da décima vértebra torácica, permite a passagem do esôfago distal, troncos vagais anterior e posterior, ramos esofágicos dos vasos gástricos esquerdos e alguns vasos linfáticos (17). O hiato aórtico, é a abertura posteroinferior, situando-se na altura da décima-segunda vértebra torácica, ligeiramente à esquerda da linha média. Além da aorta, permite passagem para o ducto torácico e às veias ázigos e hemiázigos (15, 17).

O suprimento nervoso motor do diafragma e grande parte sensorial é provido pelos frênicos. O hemidiafragma direito e esquerdo são inervados separadamente por seus respectivos nervos frênicos ipsilaterais. Os nervos frênicos surgem dos ramos anteriores dos segmentos da terceira à quinta raiz nervosa cervicais, tendo a quarta raiz a maior contribuição. As partes periféricas do diafragma recebem seu suprimento de nervo sensorial dos nervos intercostais e do nervo subcostal (15, 17).

Na superfície superior, as responsáveis pela irrigação são as artérias pericardicofrênicas e musculofrênicas, ramos da artéria torácica interna e as frênicas superiores, ramos direto da aorta torácica. Na superfície inferior, as artérias frênicas inferiores, que normalmente são ramos da aorta abdominal, realizam o suprimento sanguíneo. O sistema venoso segue mesma nomenclatura (18).

O diafragma é o principal músculo da inspiração. Está diretamente ligado à mecânica ventilatória. Durante a inspiração, o diafragma desce aproximadamente ao nível da décima primeira vértebra torácica, enquanto a cúpula esquerda pode atingir o nível do corpo da décima segunda vértebra torácica.

Durante a expiração a cúpula direita do diafragma está nivelada anteriormente com a quarta cartilagem costal, lateralmente com a quinta ou sexta costela e, posteriormente com a oitava costela; a cúpula esquerda é um pouco mais baixa (15).

O diafragma tem papel de barreira importante nas diferenças pressóricas entre as cavidades torácicas e abdominais. Marchand, em 1957 (19), demonstrou que há um padrão normal de oscilação na pressão intraperitoneal durante a mecânica ventilatória. A pressão gástrica média oscila entre +2cm na expiração até +10 cmH<sub>2</sub>O na inspiração, enquanto as pressões pleurais correspondentes são de -5 e -10 cmH<sub>2</sub>O.

### **1.3 – Hérnia diafragmática pós-traumática**

Órgãos e estruturas abdominais herniadas para cavidade torácica é a definição de hérnia diafragmática. Sennertus, em 1541, descreveu pela primeira vez na história da medicina, em uma autópsia, uma hérnia diafragmática, contendo o estômago, após trauma abdominal (20). No ano de 1610, Amboise Paré, cirurgião

francês, descreveu dois casos *post-mortem*: primeiro proveniente de trauma contuso, com distensão e encarceramento do estômago e o segundo, estrangulamento do cólon após ferimento penetrante do diafragma (21).

Em 1853, Bowditch (22) fez o primeiro diagnóstico não realizado por autópsia de uma hérnia diafragmática pós-traumática, além de estabelecer cinco sinais clínicos para investigação de doentes suspeitos. Após uma década, Riolfi (23), realizou o primeiro reparo diafragmático por ferimento por arma branca (FAB) e Walker (24), em 1899, realizou o primeiro reparo diafragmático após ferimento contuso, com redução do conteúdo herniado e correção da hérnia diafragmática. O procedimento foi bem-sucedido, sendo a vanguarda para futuros cirurgias.

Hedblom (25), em 1925, utilizou uma série de 304 casos para descrever a etiologia dos defeitos diafragmáticos e a morbimortalidade. Hood (26), em 1971, trouxe a maior experiência da literatura com hérnia diafragmática pós-traumática, revisando 429 pacientes, denotando a importância e o interesse dos estudos sobre o tema.

A incidência de lesão diafragmática varia de acordo com a localização geográfica e seu mecanismo de trauma. Regiões mais ricas possuem eventos relacionados ao trauma contuso, principalmente lesões de trânsito causadas por veículos automotores. Por outro lado, regiões mais pobres possuem índices maiores de violência interpessoal, com altos índices de ferimentos penetrantes (27). A incidência no mecanismo contuso é de 0,8 a 8% e no penetrante de 10 a 15% (28-31).

Em revisão recente, de 2014, o *National Bank Trauma Data* (EUA) (30), registrou 3.783 pacientes com lesão diafragmática. Destes, 2.543 (67%) tiveram mecanismo penetrante, enquanto 1.240 (33%) foram diagnosticados com mecanismo contuso. Entre as lesões penetrantes, 66,5% sofreram ferimento por projétil por arma de fogo, enquanto 33,5% por arma branca (30). As lesões de trânsito foram o mecanismo mais comum de lesão contusa. Colisões de veículos automotores lideram as lesões (63,4%), seguidos de colisões de ciclistas (10,1%) e motociclistas (7,7%), quedas de altura (7,6%) e atropelamentos (1,0%) (30).

É importante distinguir entre lesão do diafragma e a surgimento de uma hérnia diafragmática traumática secundária a esta lesão. Ressalta-se a importância das hérnias diafragmáticas pós-traumáticas em nosso estudo e não das lesões diafragmáticas sem presença de hérnia. Os traumas contusos são o principal mecanismo etiológico das hérnias diafragmáticas pós-traumáticas, presentes em até 78% dos casos (32).

Ferimentos penetrantes levam a pequenas lacerações diafragmáticas, lesões com extensão média de 1 a 4 cm, podendo levar a complicações agudas, no entanto, sua principal complicação em longo prazo são as hérnias diafragmáticas pós-traumáticas com estrangulamentos de vísceras ocas abdominais (33, 34).

As grandes rupturas radiais, com extensão de 5 a 15 cm são comuns no trauma contuso. O gradiente pressórico existente entre as cavidades pode exceder 100 cmH<sub>2</sub>O durante esforço ventilatório máximo, facilitando a herniação diafragmática (35).

Apesar de especulativa, a explicação mais plausível foi proposta por Andrus e Morton (36), em 1970, na qual a força aplicada diretamente ao abdômen é transmitida as vísceras abdominais. Pequena parcela dessa energia é absorvida pela parede abdominal e grande parte pelo conteúdo intraperitoneal. Da la Rocha et al. (37), demonstraram que o aumento agudo da pressão intra-abdominal pode chegar a elevados índices pressóricos próximos a dez vezes maiores que o fisiológico, transferindo a energia para cúpula diafragmática, levando à herniação imediata. Outras formas de lesão no trauma contuso incluem a lesão por desaceleração, levando ao cisalhamento do diafragma e sua avulsão em seus pontos de fixação (38).

No ambiente hospitalar, 75% das hérnias diafragmáticas ocorrem a esquerda em oposição aos 25% a direita, e as lesões bilaterais, são mais incomuns, ocorrendo em apenas 2% dos pacientes (29, 36, 39, 40, 44).

O diagnóstico é desafiador, pois pode passar despercebido em 12% a 60% dos casos na fase aguda, segundo revisão de literatura (27).

Reiff et al. (42) identificaram as lesões relacionadas ao mecanismo de trauma características do evento e lesão diafragmática, concluindo que, apesar dos

avanços tecnológicos, a sensibilidade da suspeita diagnóstica aumenta com a combinação das características da colisão, como intrusão veicular >30cm e cinemática do trauma, como velocidade >40km/h, reduzindo o atraso no diagnóstico dessas lesões.

O índice de suspeita para hérnia diafragmática aumenta com as informações importantes do evento, coletadas pela equipe assistente, como velocidade e direção do impacto, dano veicular, intrusão do compartimento, ocupação da vítima dentro do veículo, presença ou ausência de passageiro, uso e tipo de dispositivos de segurança, duração da retirada da vítima e óbito na cena.

Reiff et al. (43), em outro estudo sobre mecanismo de trauma, apontam características dos ocupantes e lesão diafragmática, concluindo que adultos com índice de massa corporal >25 têm duas vezes mais risco para lesões diafragmáticas em colisões do mesmo lado do ocupante.

Kearney et al. (41) estudaram o mecanismo de trauma para a lesão diafragmática, concluíram que o impacto lateral possui três vezes mais chance de resultar em ruptura diafragmática do que o impacto frontal, com tendência a ruptura ipsilateral do lado do impacto.

Aronoff et al. (44) relatam que a confiança no exame físico é desapontadora, com capacidade global de identificar apenas 44% das lesões diafragmáticas após trauma contuso e 55% após trauma penetrante. Observaram também 33% das lesões por trauma contuso e 47% por trauma penetrante são diagnosticados pelo exame físico nas lesões a esquerda.

Grimes (45) classificou a história natural das lesões diafragmáticas em três fases de apresentação: aguda, latente, crônica-obstrutiva. Durante a fase aguda, os pacientes críticos podem ter sinais mínimos, como normalmente possuem lesões associadas, o choque ou comprometimento ventilatório podem ser decorrentes de outras lesões, principalmente hemorrágicas, trauma crânio encefálico grave ou ventilatórias e não apenas da lesão diafragmática. O diagnóstico clínico se torna mais difícil na fase aguda da doença. Nesta fase, nos doentes com menor gravidade, os possíveis sinais e sintomas incluem dor no ombro, dor em abdome superior, epigastria, vômitos, dispneia, murmúrio vesicular diminuídos ou ausentes ou ruídos

hidroaéreos durante a ausculta do tórax (46). A fase latente, possui sintomas vagos ou até mesmo inexistentes, podendo a hérnia diafragmática pós-traumática ser descoberta acidentalmente em estudos radiológicos por outros motivos. A fase crônica representa o diagnóstico de até 7% a 61% dos casos (45, 47, 48).

Sullivan (49) concluiu que a maioria dos pacientes com lesão diafragmática despercebida evolui com hérnia diafragmática pós-traumática crônica nos 2 a 3 anos subsequentes.

Os sintomas da fase crônica são relacionados ao encarceramento ou estrangulamento de conteúdo intestinal abdominal. Achados de obstrução intestinal são comuns. Observando-se dor abdominal associada a distensão, náuseas, vômitos, empachamento, dispneia e dor torácica pós-prandial (45, 50). Porém, quadros críticos como choque séptico, por isquemia ou perfuração de intestino ou quadro de colapso cardiovascular devido a compressão e desvio do mediastino podem ocorrer, elevando a mortalidade nesse cenário (27, 48, 51).

Devido à alta energia necessária para produzir a lesão diafragmática em traumas contusos, é muito frequente a presença de lesões associadas (29, 41, 49).

Pagliarello e Carter (52) observaram a incidência de lesões diafragmáticas isoladas, cursando em 7% dos casos de trauma contuso. Demetriades et al. (53), em análise semelhante, relataram que apenas 25% das lesões penetrantes de diafragma ocorrem isoladamente. Outros estudos demonstram que 52% a 100% dos pacientes com trauma abdominal contuso e hérnia diafragmática pós-traumática apresentam lesões em outros órgãos (39, 54, 55).

Boulanger et al. (39) referem que nas hérnias diafragmáticas pós-traumáticas à direita 100% dos doentes apresentam lesões associadas de órgãos abdominais, e a esquerda, cerca de 77%.

As lesões esplênicas são as mais comuns intra-abdominais, com incidência de 43% a 58% (28, 39, 56). As lesões hepáticas, têm incidência próxima a 93% do lado direito e 34% do lado esquerdo (39).

Nos traumas contusos, as lesões gastrointestinais são menos relatadas quando comparadas ao trauma penetrante (28).

Boulanger et al. (39) referem hemotórax em 81% das hérnias diafragmáticas à direita e 76% à esquerda, assim como 31% de pneumotórax e 58% de fratura de arcos costais nas hérnias à esquerda.

A lesões extra-abdominais mais comuns são as lesões pélvicas, que podem chegar de 41% a 55% (39, 56).

Fraturas de ossos longos estão presentes em 26% a 48% dos casos e o trauma cranioencefálico em 26% a 32% (28, 57).

A associação complexa entre lesão traumática de aorta e hérnia diafragmática foi estudada por Rizoli et al. (58) esperando associação entre as lesões, pois 80% dos pacientes estão envolvidos em mecanismo de trauma semelhante para as duas lesões. Encontraram incidência de 10% para lesão traumática de aorta associada a hérnia diafragmática pós-traumática.

Os órgãos herniados dependem do mecanismo de trauma, lado da lesão e fase do diagnóstico. Na fase aguda, muitos autores relatam o estômago como estrutura mais herniada (28, 56, 57). Na fase crônica, o cólon passa a ser a estrutura mais herniada (27, 28, 33, 48, 50).

Quanto a lateralidade da lesão, Brown e Richardson (57) relataram que, nas lesões a esquerda, o estômago é o órgão mais herniado, em 58%, seguido do baço com 39%. A direita, o fígado é o órgão mais herniado, presente em todos os casos.

Rodriguez-Moralez et al. (56) referem que o alto índice de suspeita diagnóstica de lesão diafragmática é baseado na anamnese e mecanismo do trauma. Apesar da importância do uso da radiografia simples de tórax na prática médica, seu uso para diagnóstico de lesão diafragmática é inconsistente, sendo realizado corretamente em menos de 50% dos casos (59).

Gelman et al. (60) em seu estudo retrospectivo comparando a sensibilidade das radiografias simples de tórax nas lesões diafragmáticas proveniente de trauma contuso relatam sensibilidade de 64% para o lado esquerdo e apenas 17% para o lado direito. O achado mais sensível para o diagnóstico é a elevação da cúpula

diafragmática em comparação à cúpula contralateral, com sensibilidade de 61% (Figura 04).

A presença de víscera abdominal intratorácica, formando nível hidroaéreo é o segundo achado mais sensível, em 45% dos casos, porém é o achado mais específico. A perda do contorno diafragmático tem sensibilidade de 39%. A introdução de sonda nasogástrica ou orogástrica é mandatória, e pode facilitar o diagnóstico, determinando a silhueta do estômago acima do diafragma (47) (Figuras 05,07,09).

Hemotórax ipsilateral, fratura de arcos costais, contusão pulmonar ou desvio do mediastino são sinais pouco sensíveis e não específicos, devendo ser interpretados de maneira coerente (Figura 09).

Mimetismo de imagem, por exemplo, atelectasias, eventração ou lesão pós-traumática do nervo frênico são fatores confusionais na avaliação da radiografia de tórax (60, 61). Os exames radiográficos com contraste raramente são necessários. Seu uso é sugerido em casos duvidosos, nos quais não há evidência de obstrução ou perfuração do trato gastrointestinal (47).

Os primeiros aparelhos de tomografia computadorizada convencional surgiram na década de 1970, porém, a tomografia computadorizada helicoidal teve sua introdução na década de 1990. Esta técnica ofereceu vantagens significativas, incluindo resoluções temporais e espaciais aprimoradas, determinação retrospectiva da espessura do corte, menor tempo de aquisição de imagens e menor infusão de contraste melhorando a precisão da tomografia no diagnóstico de lesões em pacientes traumatizados (62). Dessa maneira, com cortes mais finos, aquisição rápidas de imagem, reduzindo artefatos do ciclo respiratório, tornou-se possível sua utilização nas regiões do tórax, para avaliação do diafragma no paciente traumatizado.

Outro ponto é o avanço da tecnologia dos softwares, que têm contribuído para a geração de imagens com qualidade cada vez maior e permitido melhor sensibilidade e especificidade do exame a partir de reformatações e reconstruções tridimensionais.

Com essa melhoria de tecnologia dos aparelhos, softwares e interpretação diagnóstica dos médicos radiologistas, iniciou-se a era dos tratamentos não operatório e da detecção de lesões associadas.

Murray et al. (63), em 1996, analisando retrospectivamente 11 casos, relataram que o aparelho de tomografia convencional tem sensibilidade variável de 61% e especificidade de 87% no diagnóstico de ruptura diafragmática. Nesta mesma análise, apenas 27% dos diagnósticos foram feitos pela radiografia simples de tórax.

Killeen et al. (64), em 1999, avaliando trauma contuso, mostraram sensibilidades diferentes entre a tecnologia do tomógrafo utilizado e o lado avaliado. Com uma sensibilidade de 71% (78% para lesões do lado esquerdo e 50% para lesões do lado direito), uma especificidade de 100% com acurácia de 88% para lesões a esquerda e 70% para lesões do lado direito.

Larici et al. (65), em 2002, avaliando trauma penetrante e contuso, relataram que a tomografia helicoidal tem sensibilidade de 84%, especificidade de 77% e acurácia de 83%. Para o mecanismo penetrante a sensibilidade foi de 86% e especificidade de 79% para mecanismo contuso, sensibilidade de 82% e especificidade de 75%. A aquisição da reformatação de imagens multiplanares aumentou a sensibilidade do método em 50% do lado direito para Killen et al. (64) e 20% para Larici et al. (65) (Figura 06).

Por ser a modalidade de escolha para a detecção de hérnia diafragmática pós-traumática, vários autores descreveram sinais sugestivos para o diagnóstico no mecanismo contuso e penetrante. Esses sinais podem ser classificados como diretos, indiretos e inespecíficos.

Herniação de estrutura abdominal para o tórax é um dos primeiros achados descritos. Possui sensibilidade e especificidade de 60–90% e 94–100% respectivamente. (64, 65) (Figuras 05, 06, 10-12).

A descontinuidade do diafragma foi relatada por Worthy et al. (66), sendo definida como evidência direta da ruptura do diafragma, frequentemente detectada nos planos sagitais. Possui sensibilidade de 82% na tomografia convencional, porém, na tomografia helicoidal, apenas 22% de sensibilidade com especificidade de 100%.

Sinal do colar (*collar sign*), descrito por Killen et al. (64), é a constrição em forma de cintura (*waistlike constriction*) de estruturas abdominais encarceradas no ponto de laceração do diafragma. Sua melhor interpretação é realizada nas imagens reformatadas. À esquerda, o órgão mais comum é o estômago, à direita o fígado. Sua sensibilidade na tomografia é de 63% com 100% de especificidade (64) (Figura 10).

O sinal da víscera dependente (*dependent viscera sign*), relatado por Bergin et al. (67) é descrito quando ocorre perda da integridade, no lado direito; o terço superior do fígado se mantém confinado com as costelas posteriores e no lado esquerdo o estômago, intestino ou baço repousam contra a parede posterior do tórax. Tem sensibilidade de 100% no lado esquerdo e 83% no lado direito. Larici et al. (65) relatam 52% de sensibilidade global (Figura 11-12).

O sinal do diafragma pendente ou pendurado (*dangling sign*) foi relatado por Desser et al. (68), sendo definido quando as bordas livres do diafragma lacerado, que são retraídas, possuem aparência de estar enroladas para dentro da cavidade abdominal, penduradas livremente, em formato de vírgula. Sua sensibilidade e especificidade são 54% e 98%, respectivamente.

Sinais da corcova e da faixa, ambos descritos por Rees et al. (69), se referem especificamente a lesões do diafragma a direita. São mais facilmente identificados nas reformatações multiplanares. Sinal da corcova define-se como uma porção hepática herniada através da laceração diafragmática formando uma protuberância acima do diafragma. Sua sensibilidade é de 83% (Figura 14).

Sinal da faixa, é uma faixa linear representada por uma hipoperfusão do parênquima hepático quando comprimido pela borda da laceração diafragmática, com menos realce em comparação com a parte do órgão com perfusão normal. Sua sensibilidade é de 33%

Espessamento do diafragma (*thick crus*) é um sinal descrito por Leung et al. (70), é definido pelo espessamento do diafragma, muitas vezes em suas porções periféricas, sugestivo de retração e hematoma após ruptura. Sua sensibilidade é de 36% a 60% e uma especificidade de 58% a 77% (65, 71), no entanto, indivíduos idosos, sem nenhuma doença diafragmática, possuem espessamento fisiológico (72).

Nchimi et al. (71) descreveram o sinal de hipoatenuação no hemidiafragma lacerado em comparação ao contralateral, possivelmente causado por diminuição da vascularização após laceração traumática. Bodanapally et al. (73) relatam sensibilidade de 87%, especificidade de 72% e acurácia de 77% em seu estudo relacionando uso da tomografia em ferimento penetrante (73). Stein et al. (74) relataram 82% de sensibilidade e 100% de especificidade, Larici et al. (65) 86% sensibilidade e 79% de especificidade.

Descrito por Shanmuganathan et al. (75), o sinal da lesão contígua, definido como a lesão em ambos os lados do diafragma com ferimento penetrante com entrada única, é o sinal mais sensível de lesão, com 88% de sensibilidade e 82% de especificidade. Dreizin et al. (76) relataram a importância na avaliação da trajetória do ferimento penetrante, observando laceração de estruturas, hematomas, gás, rastilho de pólvora na trajetória.

Alguns sinais indiretos podem estar presentes na tomografia computadorizada, por exemplo, elevação da cúpula do diafragma ou extravasamento de contraste. Ambos com pouca especificidade para o diagnóstico. Achados como fratura de arcos costais, hemotórax, derrame pleural volumoso e atelectasia devem aumentar a suspeita para avaliação rigorosa do diafragma.

Segundo Mirvis e Shanmuganathan (77) entre as limitações do método, encontramos os achados falsos negativos e os falsos positivos. Os espessamentos diafragmáticos e as pequenas lacerações, são achados falso negativos. As eventrações e hérnias congênitas do diafragma são achados falso positivos.

A ressonância nuclear magnética é uma modalidade de exame que fornece excelente resolução do diafragma. Porém, não é adequada para pacientes na fase aguda do trauma, no passado, seria uma opção em doentes com herniação crônica, em casos nos quais a tomografia computadorizada era duvidosa (78).

No Brasil, a ultrassonografia em emergências e trauma já é uma realidade de muitos serviços, desde o atendimento em sala de trauma até unidade de terapia intensiva (UTI). O conceito de que o exame deve ser realizado exclusivamente pelo radiologista não é mais a realidade. Realizado em sala de trauma, por equipe treinada, permite realizar o diagnóstico de líquido livre abdominal ou pericárdico nos doentes

traumatizados, ajudando na tomada de decisão. Novas técnicas, estenderam a ultrassonografia no traumatizado ao tórax, podendo detectar hemotórax e pneumotórax com precisão (79). O exame pode ser útil ao mostrar sinais de ruptura diafragmática por descontinuidade, não movimentação e espessamento, todos sinais indiretos, entretanto, a visualização da hérnia diafragmática pós-traumática é difícil ao método (80).

O lavado peritoneal diagnóstico (LPD) foi descrito em 1964 por Root et al. (81). No passado, época na qual não havia recursos diagnósticos por imagem com qualidade e o exame físico abdominal do traumatizado grave normalmente era inespecífico ou pouco sensível, o LPD foi um método extensamente usado para avaliação do trauma abdominal contuso (82). Amplamente discutido seu uso para lesões diafragmáticas nas décadas passadas, atualmente não possui espaço na propedêutica terapêutica (83, 84).

A cirurgia minimamente invasiva vem ganhando espaço nas mãos de cirurgiões experimentados com o método em cirurgias de urgência e trauma. O primeiro relato do uso de laparoscopia em trauma foi descrito por Gazzaniga et al. (85), em 1976, no qual avaliou 37 pacientes com trauma penetrante e contuso. O método, desde a década de 1970, foi descrito como útil na avaliação abdominal dos doentes traumatizados. Durante a década de 1990, alguns autores relataram sensibilidade de 97% do uso da laparoscopia no trauma toracoabdominal (86, 87).

Quanto a sua capacidade diagnóstica, O'Malley et al. (88) realizaram uma revisão sistemática com 2.569 pacientes submetidos a laparoscopia diagnóstica por trauma penetrante e relataram uma sensibilidade de 67% a 100%, especificidade de 33% a 100%. A laparotomia não terapêutica foi evitada em 58% dos pacientes submetidos ao método.

Ivatury et al. (89), no início da década de 1990 mostraram ser encorajador o uso da laparoscopia para o diagnóstico de violação peritoneal, trajetórias tangenciais, hemoperitônio, lesões de órgãos sólidos e principalmente lacerações diafragmáticas no trauma penetrante, com sensibilidade de 97% e 100% de especificidade.

Toracoscopia diagnóstica foi descrita pela primeira vez por Jackson e Ferreira (90) em 1976, no qual foram avaliados 11 pacientes com ferimento penetrante em transição toracoabdominal esquerda e mostrou-se que o método, quando usado precocemente, foi capaz de realizar diagnósticos de lesão diafragmática em 6 dos 11 pacientes. Ochsner et al. (91), realizaram um estudo prospectivo sobre a capacidade diagnóstica da toracoscopia para lesões do diafragma nos ferimentos penetrantes de transição toracoabdominal, obtendo sucesso no diagnóstico de todos os 14 casos.

As lesões de transição toracoabdominais são um desafio duplo ao cirurgião de trauma, exatamente por envolverem lesões diafragmáticas. Autores referem de 17% a 48% de lesões diafragmáticas em pacientes com ferimento penetrante na região de transição toracoabdominal à esquerda (33, 34, 86, 92).

As lesões diafragmáticas sem presença de hérnia diafragmática pós-traumática nem sempre necessitam de procedimento cirúrgico. Nas lesões do lado direito, existem teorias de que o fígado tampone os ferimentos penetrantes, diminuindo o risco de hérnia diafragmática tardia, não sendo mandatória a sutura do diafragma (92, 93, 94). Situações de fístulas bileopleurais não impedem o tratamento não operatório, porém, casos complexos sem resolução com tratamento não operatório são a exceção sobre a abordagem e sutura do diafragma à direita (95).

Em humanos, a evolução natural da cicatrização das lacerações do diafragma não foi adequadamente estudada. Algumas evidências, em animais, suportam uma cicatrização espontânea do diafragma, principalmente à direita, todavia, não a esquerda (96).

No trauma penetrante, para vários autores, devido à alta mortalidade de uma lesão despercebida de diafragma, todos os esforços corroboram para a busca ativa e sutura do diafragma no lado esquerdo (33, 53, 97, 98).

Gourin e Garzon (99) relataram que gradiente pressórico pleurperitoneal atua dificultando a cicatrização, pois mantém as fibras musculares separadas. Fallazadeh e Mays (100) relataram que o reparo cirúrgico imediato é simples, porém, quando feito meses ou anos depois, torna-se complexo, devido as aderências, retração e atrofia do diafragma.

A maioria dos autores sugere que as lesões agudas devem ser abordadas por laparotomia, pois permitem uma melhor exposição e investigação de lesões associadas (28, 29, 35, 40, 56). A toracotomia pode ser adicionada a laparotomia se houver necessidade de abordagem da cavidade torácica. A toracotomia foi, durante algum tempo, a incisão de escolha para hérnias diafragmáticas crônicas, devido as aderências entre as estruturas do tórax e abdome (36). Atualmente, fica claro que a abordagem abdominal é possível, segura, e na maioria das vezes, o método de escolha (101).

O primeiro relato sobre o uso da laparoscopia como método diagnóstico e terapêutico foi por Rasiah e Crowe (102), em 1995. A técnica cirúrgica é praticamente a mesma empregada na cirurgia aberta (103). Por outro lado, o reparo diafragmático por toracoscopia, apesar de factível, é complexo e limitado (104).

Independentemente da modalidade de escolha, a realização de uma cirurgia para correção de hérnia diafragmática pós-traumática tem os tempos cirúrgicos mantidos. A tomada correta de decisão e o diagnóstico precoce são essenciais para melhores desfechos dos doentes com hérnia diafragmática pós-traumática.

Enfatizando a importância das lesões diafragmáticas e da hérnia diafragmática pós-traumática na rotina do cirurgião do trauma e dos demais médicos que atendem doentes traumatizados, lembrando que por muitas vezes, o diagnóstico é retardado e despercebido por falta de familiaridade com a doença, descrevemos os aspectos epidemiológicos e as características das lesões destes pacientes admitidos hérnia diafragmática pós-traumática, determinando os fatores associados ao diagnóstico, tempo de internação, complicações e mortalidade.

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram:

- Descrever os aspectos epidemiológicos e as características das lesões dos pacientes admitidos com lesão diafragmática e hérnia diafragmática pós-traumática em um hospital universitário referência em trauma.
- Determinar os fatores associados ao diagnóstico, tempo de internação, complicações e mortalidade.

## 3 MÉTODO

### 3.1 CASUÍSTICA

#### 3.1.1 Local do estudo

O estudo foi desenvolvido no Hospital de Clínicas (HC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um hospital universitário de complexidade terciária, que atende pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS) provenientes da Região Metropolitana de Campinas, no estado de São Paulo, com 20 municípios e população estimada de 3,1 milhões de habitantes (105).

O atendimento a pacientes vítimas de trauma é de responsabilidade da Disciplina de Cirurgia do Trauma (DCT) do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Unicamp, atendendo somente pacientes maiores de 14 anos, visto que os menores são atendidos pela equipe da pediatria e cirurgia pediátrica.

DCT tem uma equipe horizontal com especialistas na doença trauma, cuidando integralmente dos doentes. Presta assistência médica especializada, atuando em hospital terciário (Centro de Trauma – HC da Unicamp) atendendo doentes de alta complexidade, desde admissão na sala de trauma até reabilitação, com atenção especial para a Unidade de Terapia Intensiva (UTI do trauma). Também presta assistência educacional, formando anualmente médicos residentes em cirurgia do trauma, auxilia o desenvolvimento de ligas do trauma, participa de congressos médicos na área, está presente na grade curricular dos alunos da FCM – Unicamp, sempre atuante nas sociedades de trauma através de publicações científicas e protocolos, além de participar dos programas de promoção e prevenção em todo Brasil

Os protocolos do serviço se apoiam no *Advanced Trauma Life Support* (ATLS®), *European Trauma Course* (ETC®) e *Definitive Surgical Trauma Care* (DSTC®), atualizado periodicamente pelo *American College of Surgeons* (ACS) e pela *International Association for Trauma Surgery and Intensive Care* (IATSIC) associado a reuniões científicas semanais realizadas pela coordenação da DCT.

### 3.1.2 Tipo de estudo

Estudo retrospectivo, descritivo.

### 3.1.3 População de estudo e variáveis estudadas

Foram analisados os prontuários e registros médicos de todos os pacientes maiores de 14 anos que apresentavam lesões traumáticas de diafragma e hérnia diafragmática traumática admitidos no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2017, no HC – Unicamp. Foram avaliados 425 pacientes com lesão de diafragma, por mecanismos contuso ou penetrante.

Os critérios de exclusão foram pacientes com lesões grau I (contusão diafragmática), com lesões diafragmáticas iatrogênicas, congênitas ou crônicas e a ausência de hérnia diafragmática traumática apesar da lesão diafragmática. Desta forma, totalizaram 55 casos, objetos do presente estudo.

Todos os dados dos prontuários foram obtidos junto ao Serviço de Arquivo Médico (SAM) do HC – Unicamp e registro da DCT, que contempla os pacientes tratados cirurgicamente.

As variáveis estudadas incluíram informações epidemiológicas como gênero, idade e mecanismo de trauma (penetrante ou contuso) avaliados por métodos diagnósticos.

Os dados fisiológicos iniciais, na admissão ao hospital, como pressão arterial sistólica (PAS), Escala de Coma de Glasgow (ECG) e frequência respiratória (FR), calculando-se o Escore de Trauma Revisado (*Revised Trauma Score* – RTS) foram avaliados através do RTS.

O RTS é um escore fisiológico que demonstra a gravidade do paciente no quadro inicial. Seu valor varia de 0 a 7, após pontuar cada uma das variáveis (PAS, ECG e FR) de 0 a 4 e multiplicar por um coeficiente fixo calculado por função logística (106, 107).

Os métodos diagnósticos pré-operatórios utilizados foram radiografia simples de tórax, tomografia computadorizada, ressonância nuclear magnética, lavado peritoneal diagnóstico, laparoscopia, toracoscopia e os achados mais

sensíveis encontrados nos exames. Os métodos operatórios foram a laparotomia, toracolaparotomia e laparoscopia com indicação cirúrgica de peritonite, instabilidade hemodinâmica e lesões associadas, que serão classificados abaixo. É importante ressaltar que tempo decorrido entre a admissão no hospital e a realização da cirurgia foi registrado em horas. Sendo considerada cirurgia atrasada tempo >48h e cirurgia imediata tempo <48h.

Classificação dos achados da laparotomia:

- Localização da lesão (posterior, póstero-lateral, anterior ou próximo ao tendão central);
- Lado da lesão (diafragma direito ou esquerdo);
- Órgãos herniados (prevalência e porção);
- Presença de hemoperitônio foi estimada em pequeno (até 500 mL), moderado (500 mL a 1000 mL) e grande (mais de 1000 mL);
- Presença de contaminação (leve, grosseira ou sem contaminação);
- Grau da lesão (preconizado pela classificação das lesões conforme preconizado pela Associação Americana de Cirurgia do Trauma (*The American Association for the Surgery of Trauma – AAST*) (108).

Foi avaliada a presença de lesões intra ou extra-abdominais associadas, sendo que a gravidade anatômica dessas lesões foi pontuada segundo a Escala Abreviada de Lesões (*Abbreviated Injury Scale – AIS*).

O AIS é uma escala anatômica para lesões traumáticas em todos os segmentos corpóreos (face, cabeça e pescoço, tórax, abdome, extremidades e bacia e lesões externas), calculando, desta forma, a Escala de Gravidade da Lesão (*Injury Severity Score*) (109). No cálculo do ISS, o corpo é dividido em seis segmentos: cabeça e pescoço; face; tórax; abdome e órgãos pélvicos; extremidades e ossos da pelve e superfície externa. Toda 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, consideram-se os três segmentos que apresentaram as lesões mais graves, ou seja, com os maiores valores, eleva-se cada valor ao quadrado e posteriormente somam-

se os três, obtendo o valor do ISS. Os valores do ISS variam de 1 a 75, sendo este o valor máximo atribuído na presença de uma única lesão letal.

Associando os índices RTS, ISS à idade do paciente dividida em duas faixas ( $\leq 55$  anos e  $\geq 55$  anos) e o mecanismo do trauma, foi calculado por sua vez o *Trauma and Injury Severity Score* (TRISS) um escore que estima a probabilidade de sobrevida, sendo considerados pacientes com óbito evitável àqueles com TRISS 0 a 50 (110).

O procedimento cirúrgico adotado foi padronizado pela DCT considerando a localização do ferimento diafragmático e o órgão herniado, redução do conteúdo herniado para cavidade abdominal, seguido da inspeção das bordas e graduação do tamanho da lesão, preensão com pinças longas das bordas do diafragma, avaliado necessidade de desbridamento e, por fim, sutura do mesmo com fio inabsorvível, de preferência com pontos separados, realizando a drenagem torácica ipsilateral sob visão direta, antes do fechamento da lesão (Figura 14).

Em casos de dificuldade de redução do conteúdo herniado, inclui-se a inserção de um cateter oro ou nasogástrico para descompressão do estômago e a ampliação do ferimento com atenção à inervação frênica. O procedimento por laparoscopia segue os mesmos passos cirúrgicos após a confecção do pneumoperitônio. Nas hérnias crônicas, pode ser necessário o uso de uma tela sintética.

Dentre as complicações cirúrgicas estão:

- Complicações relacionadas a sutura do diafragma (deiscência com hérnia diafragmática crônica);
- complicações gerais (pneumonia, empiema, abscesso cavitário, infecção do trato urinário, atelectasia, tromboembolismo pulmonar, trombose venosa profunda, insuficiência renal aguda, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), disfunção de múltiplos órgãos);
- tempo de internação hospitalar em UTI e dias de ventilação mecânica;
- mortalidade.

### 3.2 COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

Por ser um estudo retrospectivo, com análise de prontuário, foi solicitada 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 seguida a resolução 196/96. Este trabalho possui apreciação ética aprovado com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) – 89045118.5.0000.5404, número do parecer 2.692.996, aprovado em 5 de junho de 2018 (Anexo 6).

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a realização da análise dos dados, foi utilizado o software de estatística RStudio. Por meio do software, pode-se ler e manipular o banco de dados e realizar análise estatística dos dados. Após, foi realizada uma análise exploratória para entender melhor os dados disponíveis. E, com base nas informações obtidas com o banco de dados, foi feita a análise descritiva com gráficos e tabelas.

O teste exato de *Fischer* serve para testar a hipótese de que duas variáveis estão associadas. É indicado quando o tamanho das duas amostras independentes é pequeno e consiste em determinar a probabilidade exata de ocorrência de uma frequência observada, ou de valores mais extremos. O teste foi realizado para analisar mortalidade, lesões associadas, tempo de internação, mecanismo de trauma, grau e lado da lesão e ISS. A significância estabelecida foi de 0,05.

Com p valor menor que a significância (0,05) a decisão será de rejeitar a hipótese nula de que não existe diferença entre o grupo tratamento e o grupo controle, logo existe diferença significativa. Se o valor p for maior que a significância (0,05), não é possível concluir que exista diferença significativa.

## 4 RESULTADOS:

South African Journal of Surgery. 2022;60(1):10-15  
<https://doi.org/10.17159/2078-5151/2022/v60n1a3745>

Open Access article distributed under the terms of the  
 Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0]  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

South African  
 Journal of Surgery

ISSN 038-2361  
 © 2022 The Author(s)

ARTICLE

# Never to be missed again! An analysis of 55 consecutive cases of traumatic diaphragmatic hernia

VF Kruger,  TRA Calderan,  RB de Carvalho,  ES Hirano,  GP Fraga 

Division of Trauma Surgery, Department of Surgery, University of Campinas, Brazil

Corresponding author, email: [fragap2008@gmail.com](mailto:fragap2008@gmail.com)

**Background:** This report reviews our clinical experience with 55 cases of traumatic diaphragmatic hernia at a Brazilian university hospital. Traumatic diaphragmatic hernia is an uncommon injury and presents diagnostic and therapeutic challenges. Occasionally, it is missed in trauma patients and is usually associated with significant morbidity and mortality. This analysis aimed to improve the diagnostic outcomes of trauma patient care.

**Methods:** Retrospective design analysis of database records of trauma patients at HC-Unicamp were performed to investigate incidence, trauma mechanism, diagnosis, herniated organs, associated injuries, trauma score, morbidity and mortality.

**Results:** Fifty-five patients were analysed. Blunt trauma was two-fold more frequent than penetrating trauma and was associated with high-grade injury; motor vehicle collision was the most common mechanism. Left-sided hernia was four-fold more frequent than that on the right side, although critical injuries were more frequently associated with the right side. The stomach was the most herniated organ in both trauma mechanisms. Preoperative diagnosis was mostly performed using chest radiography (55%). Postoperative diagnosis was mostly performed via laparotomy rather than laparoscopy. Associated injuries were observed in 43 patients (78%) and the mortality rate was 20% for both the sides.

**Conclusions:** Isolated injuries are rare, and the presence of associated injuries increases morbidity and mortality. Chest radiography in the trauma bay is useful as an initial examination, although it is not suitable for use as a definitive method. Despite the use of laparoscopy in a few cases, laparotomy is the most common approach.

**Keywords:** traumatic diaphragmatic hernia, diaphragm, hernia, diaphragmatic injury

## Introduction

Traumatic diaphragmatic hernia (TDH) is defined as the protrusion of the abdominal structures through an injured diaphragm into the thoracic cavity. The relative incidence of blunt and penetrating diaphragmatic injury (DI) reflects differences in geographic regions and socioeconomic characteristics of these regions. Blunt trauma (BT) is often common in developed regions; however, less developed regions have higher rates of penetrating injuries.<sup>1</sup>

A recent review of 3783 patients with DI suggested that 67% were diagnosed with penetrating trauma (PT) and 33% with BT.<sup>2</sup> PTs are commonly associated with gunshot wounds (GSW 66%), while BTs are commonly associated with motor vehicle collisions (MVC 63%).

TDH is more frequently caused by BT (as high as 75% of the time) because it involves more severe kinematics;<sup>3</sup> however, its real incidence may be slightly higher than expected because of underdiagnosis. Therefore, it is important to recognise that TDH may arise secondary to diaphragmatic injuries.

The clinical diagnosis of TDH is challenging for trauma surgeons who depend on a high index of suspicion, mechanism of trauma, and interpretation of radiological images. As the diagnosis is contingent on the physician's awareness of these factors, when these go unnoticed in

trauma patients, TDH remains unidentified leading to significant mortality and morbidity.

It is essential therefore, to avoid missed injuries and prevent delays in the diagnosis.

The increase in the number of trauma patients is a challenge for global public health authorities. The aim of this study was to perform a retrospective analysis of the records of our clinical experience, investigate the demographics of incidence, trauma mechanisms, diagnosis, morbidity, and mortality of TDH, and evaluate better outcomes.

## Methods

A descriptive retrospective analysis of the medical records of patients from the trauma database of the Division of Trauma Surgery (DCT) at University of Campinas between January 1990 and December 2017 was performed. Since 1987, the DCT has been a team of specialists in trauma and acute care surgery actively working on training residents and promoting trauma prevention programmes. The metropolitan area of Campinas has a population of 3.8 million, encompassing 20 cities. The HC-Unicamp is a referral hospital for the population using the public health system in this region. It is a level 1 trauma centre with approximately 500 beds, specific trauma floor with 25 beds dedicated to low complexity

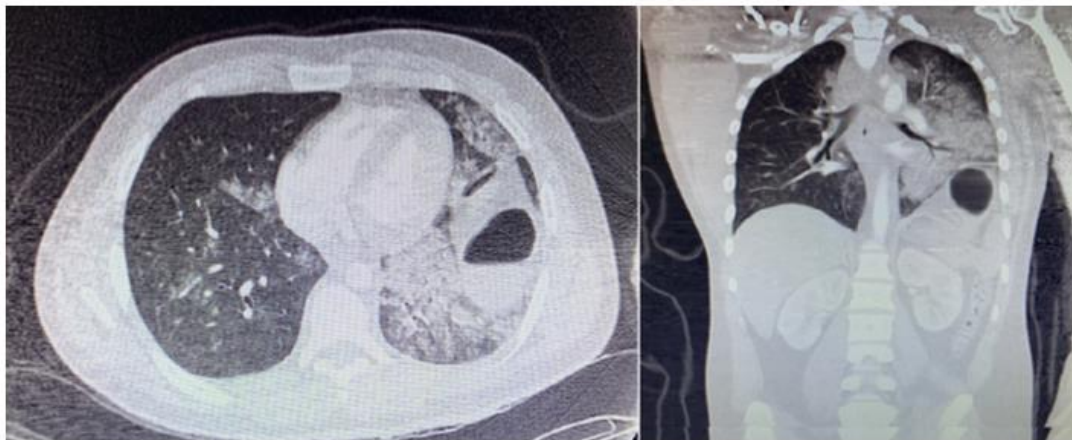


Figure 1: A 28-year-old man who sustained blunt trauma to the torso after side MVC. Abdominal CT scan obtained after enhanced IV injection of contrast shows in axial section (left) herniation of upper part of stomach into the chest and coronal section (right) sign of the collar, loss of diaphragmatic contour, and pulmonary contusion. MVC – motor vehicle collision; CT – computed tomography; IV – intravenous

injuries, and a trauma-ICU with 10 beds for patients with high complexity injuries.

The medical records of 3003 patients who underwent surgery for penetrating or blunt abdominal trauma were reviewed. Patients diagnosed with PT were also screened for diaphragmatic injuries and included in this study. The records of patients with TDH were analysed for demographic data, blunt and penetrating mechanism, haemodynamic status at admission, grade and side of the injury, herniated organs, diagnostic methods, the interval between diagnosis and surgery, length of stay in the trauma floor and ICU, trauma scores, associated injuries, morbidity, and mortality. Trauma scores were calculated using the revised trauma score (RTS), injury severity score (ISS), and trauma injury severity score (TRISS).

Diaphragm injury was graded according to the American Association for the Surgery of Trauma (AAST) injury scale<sup>4</sup> as follows: grade I, diaphragm contusion; grade II, laceration less than or equal to 2 cm; grade III, laceration greater than 2 cm and less than 10 cm; grade IV, laceration greater than 10 cm, with tissue loss less than or equal to 25 cm<sup>2</sup>; and grade V, laceration with tissue loss greater than 25 cm<sup>2</sup>. Patients with grade I injuries, congenital defects, hiatal hernias, and chronic and delayed traumatic hernias for more than 14 days were excluded. Since 2008, with the availability of multi-slice CT scans in HC-Unicamp, trauma patients with a high-energy trauma mechanism, haemodynamic stability, and without the criteria for immediate surgery have been submitted to contrast-enhanced CT scan.

Our institutional protocol for the treatment of TDH entails surgical exploration, which uses laparotomy, laparoscopy or thoracolaparotomy to elucidate associated injuries and haemodynamic status, according to the trauma mechanism involved. After recognising TDH, the injury is treated by repairing defects with an interrupted nonabsorbable suture, such as polypropylene or using a mesh for large ruptures. Further, an ipsilateral chest tube or a nasogastric tube may be placed at the site of the injury for drainage.

The research protocol used in this study was approved without any restrictions by the Committee of Research

Ethics and Institutional Review Board (IRB), School of Medical Sciences, Unicamp, under number 2.692.996 in May 2018. Statistical analysis of the research was conducted using RStudio software. Fischer's test was used to compare the data, and statistical significance was set at  $p < 0.05$ .

## Results

Of the 3003 reviewed patients, TDH was diagnosed in 55 patients (1.8%). All further analyses were performed in 55 patients. TDH was predominant in young men and was observed in 46 of these 55 patients (83%).

Furthermore, BT was observed in 40 of 55 analysed cases (72.7%). MVC was the most common blunt mechanism (65%), followed by pedestrian vehicle accidents (PAV) (27.5%), assault (5%), and falls (2.5%). Among penetrating trauma, stab wounds (SW) were present in nine (60% of PT) and GSW in six (40%).

Preoperative diagnosis was made in 37 cases (67%), based on chest radiography (CXR) in 30 (55%), and multi-slice CT scan in 7 (13%). Common abnormal findings on CXR include elevation of the diaphragm (27 cases, 90%), intrathoracic abdominal structure (18 cases, 60%), pulmonary contusion with rib fractures (15 cases each, 50%), blurring of the diaphragm contour and subcutaneous emphysema (13 cases, 43%), and hemopneumothorax (8 cases, 26%). Common signs of CT scan were herniation of abdominal contents in the chest (7 cases, 100%), collar sign, and dependent viscera sign was found in three cases (43%) and thickening of the diaphragm in one case (14%). (Figure 1).

The remaining patients were diagnosed intraoperatively (33%). Among these, 15 cases (27%) were diagnosed by laparotomy, presenting haemodynamically unstable and associated intra-abdominal injury, and three (5%) by diagnostic laparoscopy, with SW in the left thoracoabdominal injury (Figure 2).

Surgical procedures were performed within 48 hours in 45 cases (82%), of which 33 were BT and 12 were PT. Surgeries were performed after 48 hours but within 28 days in 10 cases (18%), of these 7 in BT and 3 PT. Our cohort only included patients whose surgeries were performed within the above-



Figure 2: Intraoperative finding of AAST Grade IV left diaphragmatic hernia after blunt abdominal trauma

mentioned time period (acute phase) to avoid the effects of chronic phase TDH, which is effective if the delay in surgery is more than 28 days.

Laparotomy was the most performed procedure (49 cases, 89%), followed by thoracolaparotomy (5 cases, 9%) and laparoscopy (3 cases, 5.4 %).

Left-sided hernia was the most common (44 cases, 80%), followed by the right side (10 cases, 18%), and bilateral hernia (1 case, 2%).

Diaphragmatic grade III injury occurred in 21 patients (38%), grade IV in 19 (34%), grade V in 9 (17%) and grade II in 6 (11%). In SW, grade III injury was the most common, followed by grade II. In GSW, grades II, III, and IV had proportionally equal cases. In BT, grade IV was the most common, followed by grade III BT (Figure 3).

The stomach was the most herniated organ in both trauma mechanisms (39 cases), followed by the spleen (18 cases), colon (17 cases), small bowel (6 cases), and liver (6 cases). Twenty-five (45.5%) patients had more than one herniated abdominal structure.

A total of 43 patients (78%) presented with associated injuries.

Associated intra-abdominal injuries were observed in 37 patients (67%). The spleen was the most injured in 19 cases (35%), followed by the liver in 16 cases, (29%) and stomach in 8 cases (15%). Spleen injury grade I-II (low grade) was observed in 6 cases (32%) and grade III-IV-V (high grade) in 13 cases (68%). Liver injury grades I-II-III (low grade) were observed in 10 cases (63%), and grade IV-V (high grade) in 6 cases (37%). In BT, grade I stomach injury was observed in two cases, with only one case showing perforation. In PT, all five injuries were grade II and III. Extra-abdominal injuries were found in 28 cases (51%), where pelvic fractures (12 cases, 22%), long bone fractures (9 cases, 16%), and hemopneumothorax (8 cases, 15%) were the most common injuries. Only one case (2.5%) of traumatic aortic injury was diagnosed. An ISS greater than 25 was found in 21 cases (38.2%) and was observed to be frequently associated with BT ( $p = 0.0049$ ) using Fischer's test. There were 6 cases (11%) with TRISS less than 0.5, and 49 cases (89%) having TRISS greater than 0.5. The admission RTS average for BT was 6.4 and that for PT was 7.4.

A comparison between the BT and PT mechanisms is shown in the Table I.

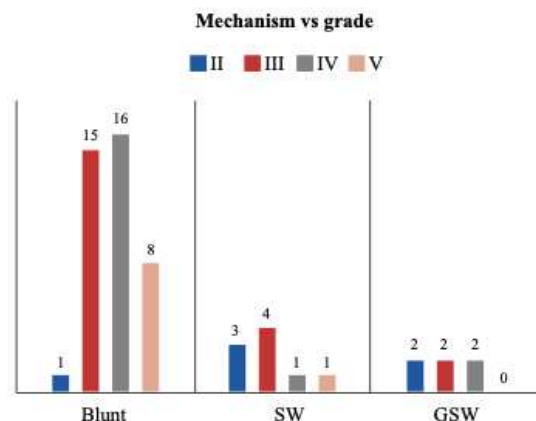


Figure 3: Trauma mechanism vs AAST grade injury

Postoperative complications occurred in 32 patients (58.2%). Pneumonia was the most frequent complication (15 cases, 47%) in both trauma mechanisms, followed by empyema and acute coagulopathy associated with trauma (6 cases each, 19%).

Table I: Comparison between the BT and PT mechanisms

|                                          | Blunt trauma<br>40 n (%) | Penetrating trauma<br>15 n (%) |
|------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>ISS</b>                               |                          |                                |
| > 25                                     | 20 (50%)                 | 01 (6%)                        |
| < 25                                     | 20 (50%)                 | 14 (94%)                       |
| <b>Admission systolic blood pressure</b> |                          |                                |
| < 90 mmHg                                | 16 (40%)                 | 02 (13%)                       |
| > 90 mmHg                                | 24 (60%)                 | 13 (87%)                       |
| <b>Herniated organ</b>                   |                          |                                |
| Stomach                                  | 30 (75%)                 | 09 (60%)                       |
| Spleen                                   | 15 (38%)                 | 03 (20%)                       |
| Colon                                    | 13 (33%)                 | 04 (27%)                       |
| Liver                                    | 04 (10%)                 | 02 (14%)                       |
| <b>Diagnosis</b>                         |                          |                                |
| <i>Preoperative</i>                      |                          |                                |
| - CXR                                    | 33 (83%)                 | 04 (26%)                       |
| - CT-scan                                | 27 (68%)                 | 03 (20%)                       |
| <i>Postoperative</i>                     |                          |                                |
| - Laparotomy                             | 06 (15%)                 | 01 (6%)                        |
| - Laparoscopy                            | 07 (17%)                 | 11 (74%)                       |
|                                          | 00                       | 08 (54%)                       |
|                                          |                          | 03 (20%)                       |
| <b>Grade of Injury</b>                   |                          |                                |
| II                                       | 01 (2%)                  | 05 (34%)                       |
| III                                      | 15 (38%)                 | 06 (40%)                       |
| IV                                       | 16 (40%)                 | 03 (20%)                       |
| V                                        | 08 (20%)                 | 01 (6%)                        |
| <b>Side of Injury</b>                    |                          |                                |
| Left                                     | 34 (85%)                 | 10 (67%)                       |
| Right                                    | 06 (15%)                 | 04 (27%)                       |
| Bilateral                                | 00                       | 01 (6%)                        |
| <b>Postoperative Complications</b>       |                          |                                |
| Pneumonia                                | 12 (30%)                 | 03 (20%)                       |
| Empyema                                  | 03 (7%)                  | 03 (20%)                       |
| Coagulopathy                             | 05 (13%)                 | 01 (6%)                        |
| Others                                   | 05 (13%)                 | 02 (12%)                       |
| <b>Length of stay (average)</b>          |                          |                                |
| ICU                                      | 10 days                  | 06 days                        |
| Floor                                    | 18 days                  | 11 days                        |

Table II: Statistical analyses – death and discharge

| Variable                   | Death | Discharge | p-value |
|----------------------------|-------|-----------|---------|
| <b>Mechanism</b>           |       |           |         |
| Penetrating                | 01    | 14        | 0.255   |
| Blunt                      | 10    | 30        |         |
| <b>ISS</b>                 |       |           |         |
| > 25                       | 07    | 13        | 0.076   |
| ≤ 25                       | 04    | 31        |         |
| <b>Side</b>                |       |           |         |
| Left                       | 09    | 35        | 1.0     |
| Right                      | 02    | 08        |         |
| <b>Associated injuries</b> |       |           |         |
| Intra-abdominal            | 06    | 31        | 0.564   |
| Extra-abdominal            | 08    | 28        |         |
| <b>Grade</b>               |       |           |         |
| II-III                     | 04    | 23        | 0.503   |
| IV-V                       | 07    | 21        |         |

p-value data for mortality

Excluding deaths in less than 24 hours, the length of hospital stay ranged from a minimum of 3 to a maximum of 61 days. The average hospital stay in trauma floor for penetrating wounds was 11 days, whereas that for BT was 18 days, the trauma-ICU average length of stay was 5 days for PT and 11 for BT.

The overall mortality rate was 20% ( $n = 11$ ). Mortality was similar for left- and right-sided TDH. The statistical analyses are shown in Table II.

## Discussion

It is important to distinguish between isolated injury and the occurrence of diaphragmatic hernia that may arise secondary to this injury. It is also essential to highlight the differences between blunt and penetrating diaphragmatic disruptions. Penetrating wounds lead to small defects, with occult injury remaining in the silent period before symptoms. Pomerantz et al.<sup>5</sup> reported that 85% of diagnosed cases are within the first three years after the trauma, and acute herniation after PT is uncommon. However, BT is the most common mechanism for the appearance of large linear ruptures with immediate herniation. Da la Rocha et al.<sup>6</sup> demonstrated that a sharp increase in intra-abdominal pressure can elevate the pressure gradient tenfold during a major abdominal trauma, transferring massive energy and leading to immediate herniation. As identified in our series, BT is associated with 73% of TDH, and 93% of TDH caused by BT is caused by road traffic injuries.

In hospital attendance, 75% of TDH cases occurred on the left as opposed to 25% on the right side; bilateral injuries are uncommon, occurring in only 2% of cases, corroborating the findings of our analysis.<sup>3,7-10</sup> A comparison of injuries on both sides has been explained in some reviews. Lucido and Wall<sup>11</sup> demonstrated the existence of muscle weakness at the embryonic fusion point in the posterolateral area of the left diaphragm. Further, the liver also has a protective effect on the right diaphragm during sudden elevations of intra-abdominal pressure.<sup>8</sup> It is also notable that the rupture of the right diaphragm is often underdiagnosed in patients.<sup>8</sup>

Currently, the diagnosis of right-sided TDH in major trauma is possible owing to improvements in the trauma system. Efficient pre-hospital teams, which stabilise and transport the patient to a hospital, trauma surgeons,

availability of blood banks 24/7 and the CT-scan technology used to obtain images interpreted by radiologists experienced in trauma centres all contribute to a more efficient diagnosis of right-sided TDH.

Aun et al.<sup>12</sup> compared 97 cases of surgically treated TDHs, with 146 cases seen in 12 276 consecutive autopsies of patients who died because they did not receive medical care. Interestingly, the author in their data also observed a higher incidence of diaphragmatic lacerations on the right side in the autopsy group than in the hospitalised group (50% vs. 14%). Furthermore, the main cause of death in the autopsy group was haemorrhagic shock (80%), and it was concluded that trauma victims with right-sided TDH were more severely injured.

In our survey, 70% of right-sided TDH cases were diagnosed by immediate laparotomy due to haemodynamic instability because of major liver injuries.

Boulanger<sup>8</sup> reported that in TDH, 100% of the patients had associated lesions of abdominal organs on the right side, whereas 77% of patients carried these lesions on the left side. Our series corroborated these results, which showed that 90% of the injuries were on the right and 75% on the left side.

Meyers and McCabe<sup>13</sup> reported the importance of TDH as a marker of serious injury in BT, and the outcome was entirely dependent on these injuries. Our results revealing a statistically significant ( $p = 0.0049$ ) association between trauma mechanism and ISS greater than 25, demonstrating that in BT, TDH is a marker of serious injury.

Our survey demonstrated that the spleen and liver were the most frequently damaged solid organs, and gastrointestinal injuries were less common, seen more often only in PT. Pelvic fractures that were observed showed dynamics of injury, which were similar to those reported in the literature.<sup>2,8,14</sup> As discussed by Rizoli et al.,<sup>15</sup> traumatic aortic injury and TDH share similar dynamics of mechanical injury; however, only one patient (2.5%) experienced this complex injury in our cohort.

The stomach is the most herniated organ for the thorax, as its location is free in the upper level of the abdomen and hollow viscus with air contents facilitates herniation when the intra-abdominal pressure increases.<sup>13,14,16</sup>

Rodriguez-Morales<sup>14</sup> theorises that the diagnosis of TDH should be based on both the suspected trauma mechanism and careful physical examination.

Side collisions increase the risk of TDH threefold.<sup>17</sup> Reiff et al.<sup>18</sup> further suggested that the sensitivity of the diagnostic suspicion increases with the double mechanism of the collision, such as vehicular intrusion of more than 30 cm and speed of more than 40 km/h. In our survey, we were unable to locate the victim position or precise kinematics because of the retrospective analysis of medical records.

Aronoff et al.<sup>10</sup> reported that confidence in the physical examination is disappointing, with the capacity to identify only 44% of diaphragmatic injuries after BT and 55% after PT.

The striking problem with TDH is that it is challenging for trauma surgeons to diagnose it. First, TDH remains a largely unfamiliar concept. Second, physical examination has a low specificity. Finally, TDH usually has associated injuries; haemodynamic shock or ventilatory impairment may arise due to other injuries caused by severe trauma and divert the attention of the attending physician from the diagnosis.

In our study, 15 patients (27%) were diagnosed with an immediate laparotomy. These patients presented haemodynamic instability despite resuscitation, due to the need for further investigations of associated injuries, such as penetrating wounds in the abdomen or thoracoabdominal region. In fact, the majority of patients had a preoperative diagnosis. Patients with suspected physical examination or trauma kinematics for TDH, without the criteria for immediate laparotomy, underwent confirmatory diagnostic methods, such as imaging and laparoscopy.

Gelman et al.<sup>19</sup> showed that the sensitivity of the CXR in diaphragmatic injuries resulting from BT was 64% for the left side and only 17% for the right side.

In the present review, a diagnosis based on CXR was made in 55% of cases.

CXR was evaluated by the most experienced surgeon and radiologist, which increased the diagnostic sensitivity.

As our study is a retrospective analysis, we observed higher rates of CXR diagnoses compared to other methods such as CT. This could be attributed to CXR being the only facility available in our department for many years, its ease of use, and its low dependence on cooperation from the patient.

Despite being considered useful in the initial evaluation of suspected TDH, its low sensitivity is not suitable for use as a definitive method. We consider that, currently, with the availability of CT scans, its use is limited.

Several authors have described CT scan indicative signs for the diagnosis of BT and PT. The sensitivity of CT to diaphragmatic injuries for BT varies from 71% to 82%, and its specificity varies from 75% to 100%. In PT, it has a sensitivity of 86% and specificity of 79%.<sup>20-22</sup> Coronal and sagittal multiplanar reformatting contributes to the accuracy of the diagnosis, allowing for better sensitivity and specificity of the examination.<sup>21</sup> In our analysis, only 13% of diagnoses were made using computed tomography (CT), with a specificity of 100%. Currently, for a broad assessment of associated injuries, haemodynamically stable patients should undergo a CT scan as the gold standard.

Despite offering excellent images of the diaphragm, magnetic resonance imaging (MRI) is not suitable for acute trauma patients. As we have an evolved multidetector CT scan with 3D reconstruction, MRI is not used in our hospital.

Currently, extended FAST is considered propaedeutic in the diagnosis of cavity injuries, such as pneumothorax, haemothorax, and abdominal or pericardial free fluid; however, there is insufficient evidence of its use in the diagnosis of DI.

Ivatury et al.<sup>23</sup> reported that the diagnostic accuracy of laparoscopy was excellent for hemoperitoneum and diaphragmatic lacerations, validating laparoscopy as an excellent tool to evaluate the diaphragm in PT. Thoracoscopy is an alternative option for the diagnosis and allows evacuation of retained haemothorax;<sup>24</sup> however, it does not provide peritoneal cavity visualisation or excludes abdominal injury. Our series involved three cases in which diagnostic laparoscopy was used, and only one was diagnostic and therapeutic. This can be explained by inexperienced laparoscopic surgeons, as at the time of the study, most surgeons were experienced in open surgery.

Thus, it is important to highlight that expanding the spectrum of minimally invasive surgery can play an important role in the diagnosis and treatment of patients with

DIs, and the evolution of devices that facilitate the execution of sutures does not require intracorporeal knots, hernia clips, extracorporeal knots, or synthetic mesh. However, a minimally invasive approach is highly dependent on the surgeon's expertise and patient stability to achieve better outcomes.

Early diagnosis and surgical repair are mandatory to avoid catastrophic sequelae. We hypothesised that the problem of missed TD injuries is due to three reasons. First, it is underdiagnosed using CXR. Second, it may also be missed due to the delayed rupture of devitalised tissue at the site of the initial injury, originally without herniation. However, this rupture is exacerbated by inflammatory and ischemic processes, which weaken it and cause herniation. Finally, TDH may also be missed due to the delay in its detection, as it becomes evident only after extubation of a patient on mechanical ventilation, when their thoracic pressure becomes negative.<sup>13</sup>

Most of our patients underwent laparotomy; this approach is preferred because of high incidence of associated intra-abdominal injuries.

All survivors with BT had a significant length of stay in the trauma floor and intensive care unit, with a longer duration of mechanical ventilation, reflecting the severity and multiplicity of injuries. Mortality was significantly higher in patients with ISS > 25 and BT (10 cases, 90%) than in those with PT (one case, 10%); however, the difference was not statistically significant ( $p = 0.25$ ). Our study reflects a global mortality rate of 20%. Interestingly, a comparison between the side and trauma mechanism of TDH had similar postoperative outcomes. Although rare, early mortality is mainly related to the associated injuries.

This study has limitations related to its retrospective design. Potential biases may occur because the analysis of established data shows a change in perspectives and tendencies in patient assessment. Data collection also relied on chart review at the participating institution and may contain errors or omissions.

## Conclusion

TDH is uncommon; however, efforts should be made for early diagnosis as isolated injuries are rare, and the presence of associated injuries increases morbidity and mortality. CXR in the trauma bay is useful as an initial examination but is not suitable for use as a definitive method to diagnose TDH. CT scan, however, improved the ability to identify associated injuries with high specificity. Despite the use of laparoscopy, laparotomy is the most frequently used approach.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## Funding source

No funding was required.

## ORCID

VF Kruger  <https://orcid.org/0000-0001-6246-1898>

TRA Calderan  <https://orcid.org/0000-0003-4826-0453>

RB de Carvalho  <https://orcid.org/0000-0002-4171-0899>

ES Hirano  <https://orcid.org/0000-0001-5872-9353>

GP Fraga  <https://orcid.org/0000-0002-9524-1186>

## REFERENCES

1. Reber PU, Schmied B, Seiler CA, et al. Missed diaphragmatic injuries and their long-term sequelae. *J Trauma*. 1998;44:183-8. <https://doi.org/10.1097/00005373-199801000-00026>.
2. Fair KA, Gordon NT, Barbosa RR, et al. Traumatic diaphragmatic injury in the American College of Surgeons National Trauma Data Bank - a new examination of a rare diagnosis. *Am J Surg*. 2015;209:864-9. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.12.023>.
3. Shah R, Sabanathan S, Mearns AJ, Choudhury AK. Traumatic rupture of diaphragm. *Ann Thorac Surg*. 1995;60:1444-9. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00629-Y](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00629-Y).
4. Moore EE, Malangoni MA, Cogbill T, et al. Organ injury scaling. IV - thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma*. 1994;36(3):299-300. <https://doi.org/10.1097/00005373-199403000-00002>.
5. Pomerantz RM, Rodgers BM, Sabiston DC. Traumatic diaphragmatic hernia. *Surgery*. 1968;64:529.
6. Da La Rocha AG, Creel RJ, Mulligan GN, et al. Diaphragmatic rupture due to blunt abdominal trauma. *Surg Gynecol Obstet*. 1982;154:175-80.
7. Andrus CH, Morton JH. Rupture of the diaphragm after blunt trauma. *Am Surg*. 1970;119:686-93. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(70\)90240-0](https://doi.org/10.1016/0002-9610(70)90240-0).
8. Boulanger BR, Milzman DP, Rosati C, Rodrigues A. A comparison of right and left blunt diaphragmatic rupture. *J Trauma*. 1993;35:255-60. <https://doi.org/10.1097/00005373-199308000-00014>.
9. Ties JS, Peschman JR, Moreno A, et al. Evolution in the management of traumatic diaphragmatic injuries - a multicentre review. *J Trauma*. 2014;76:1024-8. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000140>.
10. Aronoff RJ, Reynolds J, Thal ER. Evaluation of diaphragmatic injuries. *Am J Surg*. 1982;144:571-5. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(82\)90548-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(82)90548-7).
11. Lucido JL, Wall CA. Rupture of the diaphragm due to blunt trauma. *Arch Surg*. 1963;86:989. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1963.01310120107017>.
12. Aun F, Lourenção JL, Younes RN, et al. Natural history and risk factors of traumatic diaphragmatic hernia. *J Hosp Clin Fac Med*. 1982;37:265-70.
13. Meyers BF, McCabe CJ. Traumatic diaphragmatic hernia. Occult marker of serious injury. *Ann Surg*. 1993;218:783-90. <https://doi.org/10.1097/00000658-199312000-00013>.
14. Rodriguez-Morales G, Rodriguez A, Shatney CH. Acute rupture of the diaphragm in blunt trauma - analysis of 60 patients. *J Trauma*. 1986;26:438. <https://doi.org/10.1097/00005373-198605000-00005>.
15. Rizoli SB, Brenneman FD, Boulanger BR, Maggisano R. Blunt diaphragmatic and thoracic aortic rupture - an emerging injury complex. *Ann Thorac Surg*. 1994;58(5):1404-8. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)91923-2](https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)91923-2).
16. Brown GL, Richardson JD. Traumatic diaphragmatic hernia - a continuing challenge. *Ann Thorac Surg*. 1985;39(2):170-3. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)62559-3](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10)62559-3).
17. Kearney PA, Rouhana SW, Burney RE. Blunt rupture of the diaphragm - mechanism, diagnosis, and treatment. *Ann Emerg Med*. 1989;18:1326-30. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(89\)80270-7](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(89)80270-7).
18. Reiff DA, McGwin Jr G, Metzger J, et al. Identifying injuries and motor vehicle collision characteristics that together are suggestive of diaphragmatic rupture. *J Trauma*. 2002;53:1139-45. <https://doi.org/10.1097/00005373-200212000-00018>.
19. Gelman R, Mirvis SE, Gens D. Diaphragmatic rupture due to blunt trauma - sensitivity of plain chest radiographs. *AJR*. 1991;156:51-7. <https://doi.org/10.2214/ajr.156.1.1898570>.
20. Killeen KL, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Helical CT of diaphragmatic rupture caused by blunt trauma. *AJR Am J Roentgenol*. 1999;173:1611-6. <https://doi.org/10.2214/ajr.173.6.10584809>.
21. Larici AR, Gotway MB, Litt HI, et al. Helical CT with sagittal and coronal reconstructions - accuracy for detection of diaphragmatic injury. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;179:451-7. <https://doi.org/10.2214/ajr.179.2.1790451>.
22. Bergin D, Ennis R, Keogh C, et al. The "dependent viscera" sign in CT diagnosis of blunt traumatic diaphragmatic rupture. *AJR*. 2001;177:1137-40. <https://doi.org/10.2214/ajr.177.5.1771137>.
23. Ivatury RR, Simon RJ, Weksler B, Bayard V, Stahl WM. Laparoscopy in the evaluation of the intrathoracic abdomen after penetrating injury. *J Trauma*. 1992;33(1):101-9. <https://doi.org/10.1097/00005373-199207000-00019>.
24. Ochsner MG, Rozycki GS, Lucente F, Wherry DC, Champion HR. Prospective evaluation of thoracoscopy for diagnosing diaphragmatic injury in thoracoabdominal trauma - a preliminary report. *J Trauma*. 1993;34(5):704-10. <https://doi.org/10.1097/00005373-199305000-00013>.

[SAJS] 3745: Editor Decision Caixa de entrada x

**Robyn Marais** robyn@jesser-point.co.za [por](#) redbricklibrary.co.za  
para mim, MD,, MD,, PhD,MD, PhD, ▾

ter., 9 de nov. de 2021 09:41



Vitor Favali Kruger, MD,, Rodrigo Barros de Carvalho, MD,, Thiago Rodrigues Araujo Calderan, MD,, Elcio Shiyoti Hirano, PhD,MD, Gustavo Pereira Fraga, PhD,;

Thank you for your revised manuscript entitled "Never to be missed again! An analysis of 55 consecutive cases of traumatic diaphragmatic hernia" which [has been accepted for publication](#). You will be contacted by our proofreader, in due course, to finalise the editing of the manuscript.

Thank you for supporting the South African Journal of Surgery.

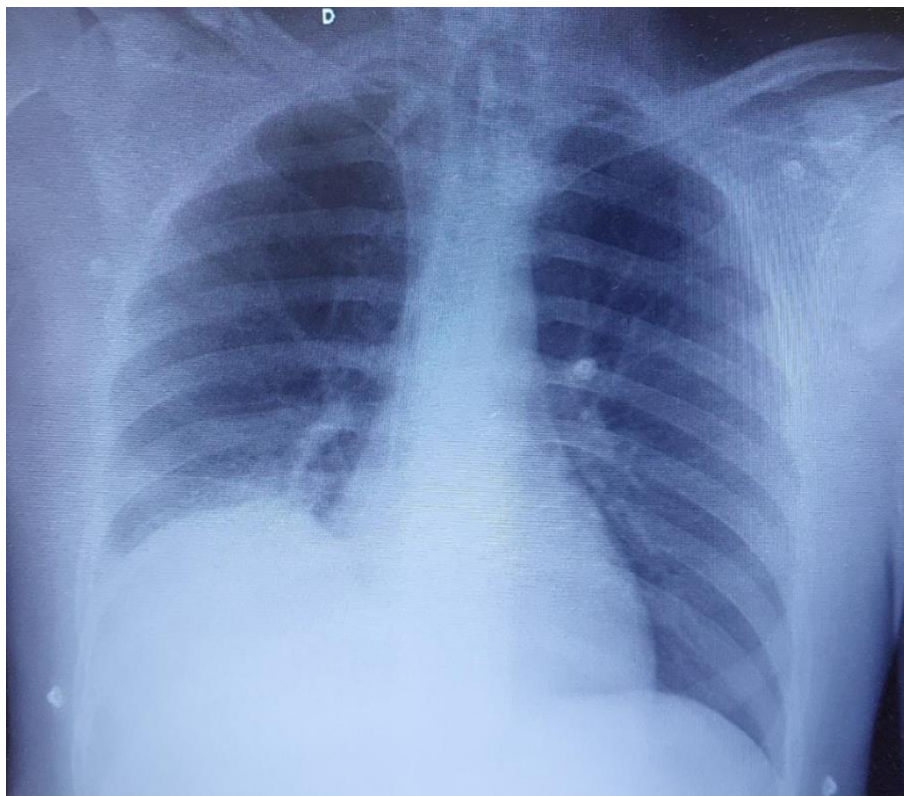
Yours sincerely

Prof DL Clarke

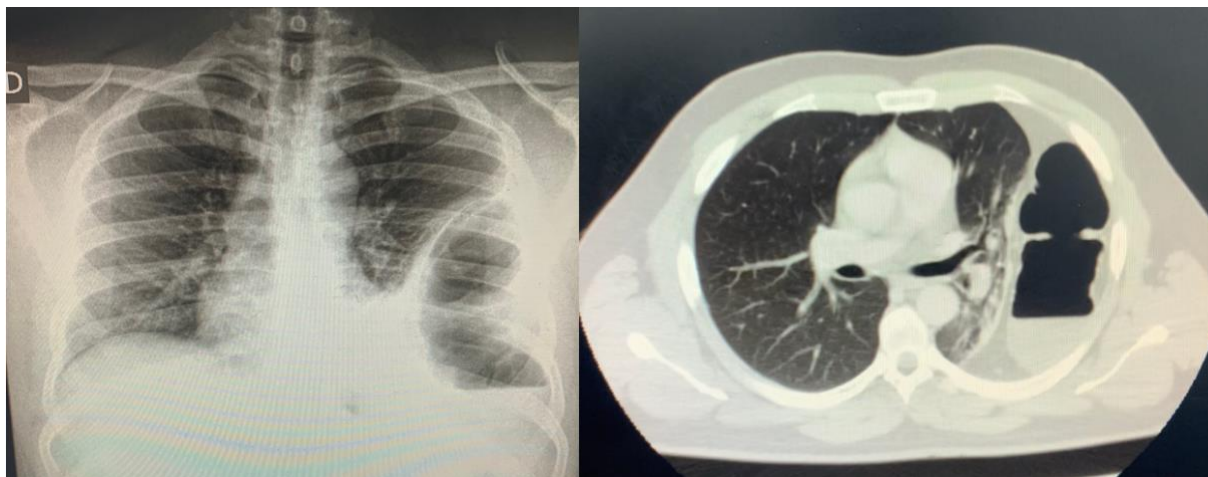
Section Editor: SA Journal of Surgery

[robyn@jesser-point.co.za](mailto:robyn@jesser-point.co.za)

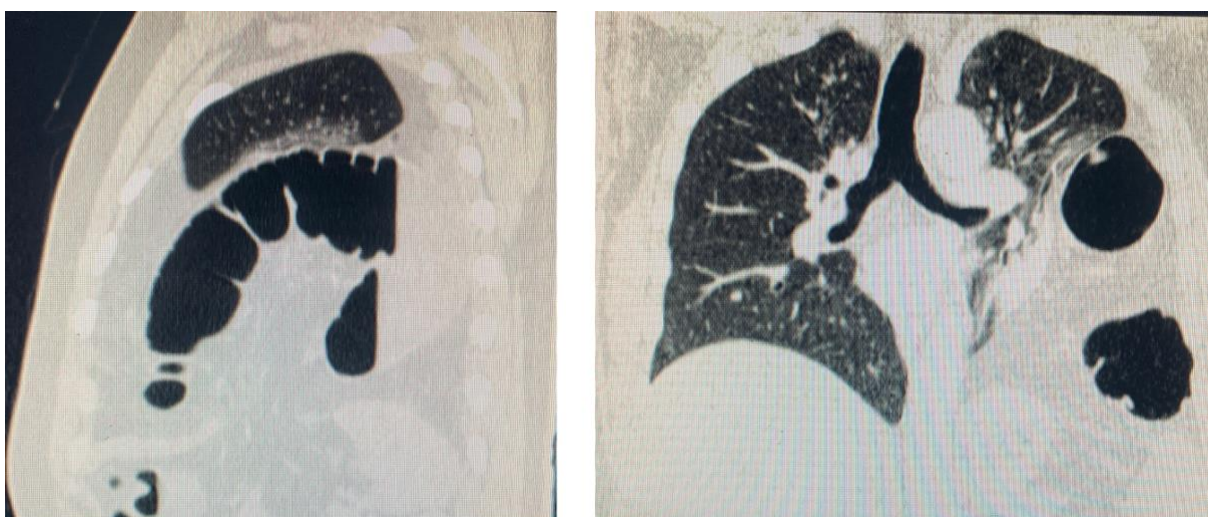
## 4.1 FIGURAS



*Figura 3 – Trauma abdominal contuso. Radiografia evidencia elevação da cúpula diafragmática direita >5cm em comparação com cúpula esquerda.*



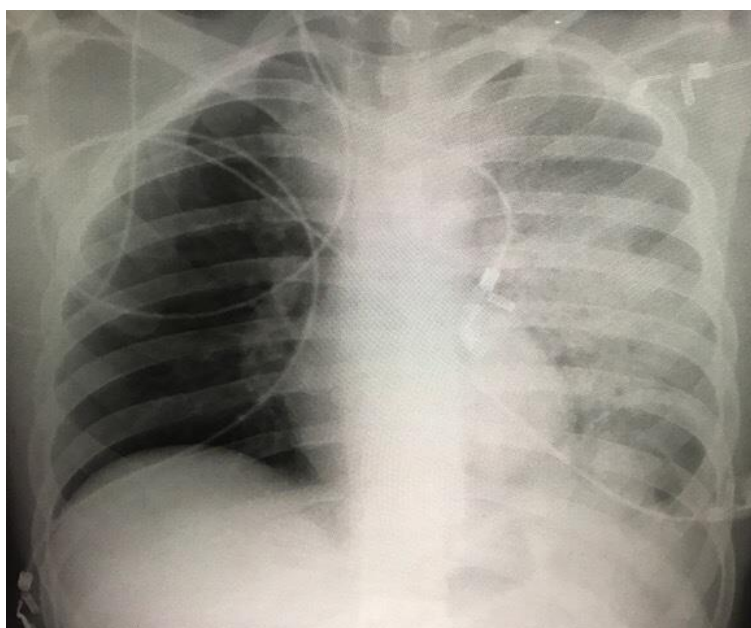
*Figura 4 – Masculino, ferimento por arma branca (FAB) em região de transição toracoabdominal esquerda, lesão diafragmática grau III, com diagnóstico após 48h da admissão hospitalar. A esquerda, radiografia simples de tórax com presença de cólon transverso intratorácico.*



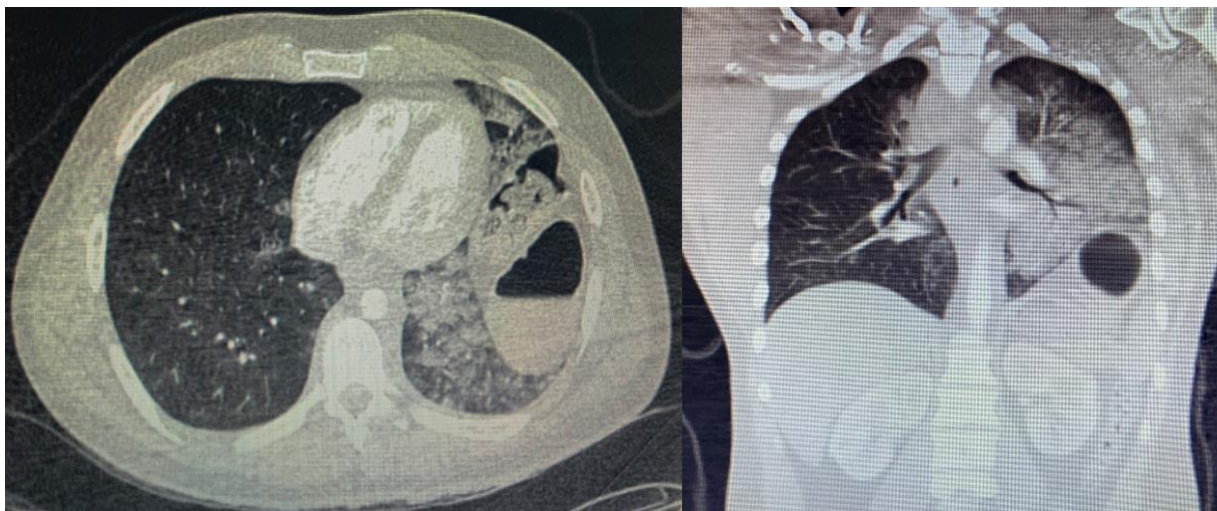
*Figura 5 – Mesmo relato do caso acima após reformatações multiplanares. Corte sagital: presença de cólon transverso com atelectasia do pulmão adjacente. Corte coronal: presença de cólon transverso com atelectasia pulmonar e desvio contralateral da traqueia.*



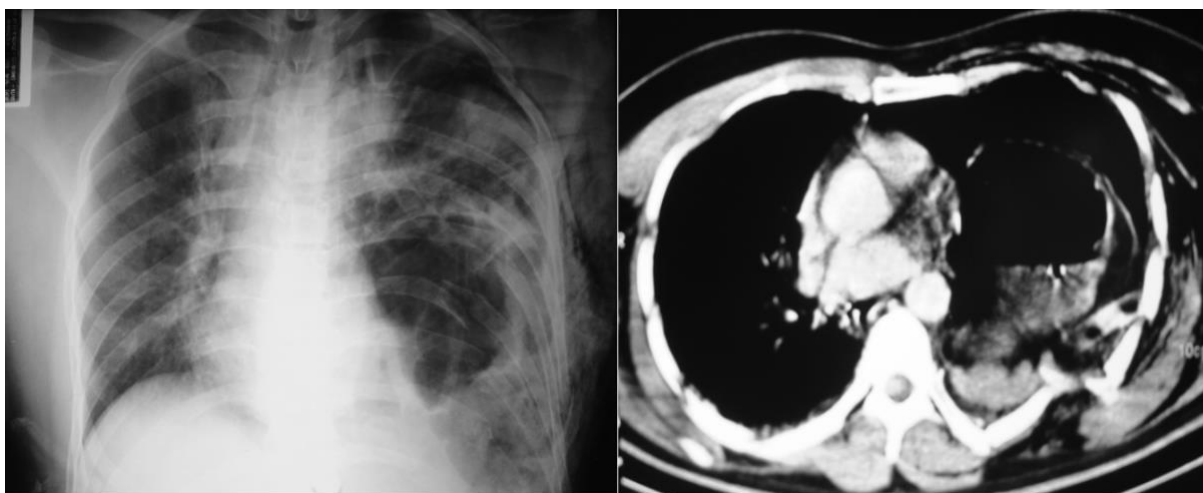
*Figura 6 – Masculino, trauma abdominal contuso de alta energia. Trauma cranioencefálico grave. Radiografia simples de tórax evidencia perda do contorno diafragmático com borramento base pulmonar a esquerda com víscera abdominal intratorácica, visualizando-se sonda nasogástrica no tórax.*



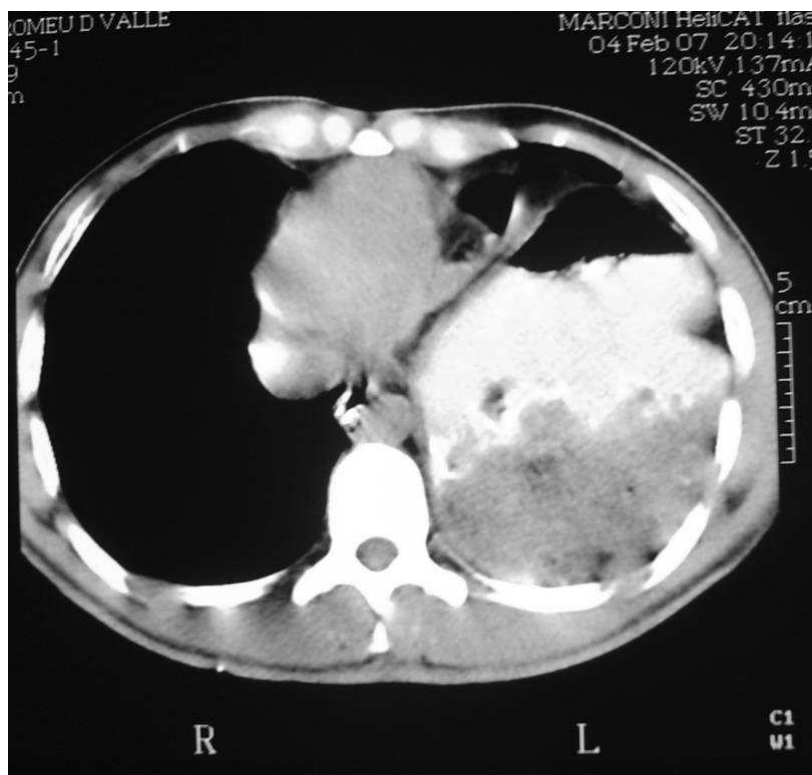
*Figura 7 – Masculino, trauma abdominal contuso de alta energia após capotamento e desa-celeração lateral contra anteparo fixo. Lesão traumática de aorta grau III e fratura pélvica. Radiografia de tórax mostra perda do contorno diafragmático, hemotórax com fraturas de arcos costais a esquerda.*



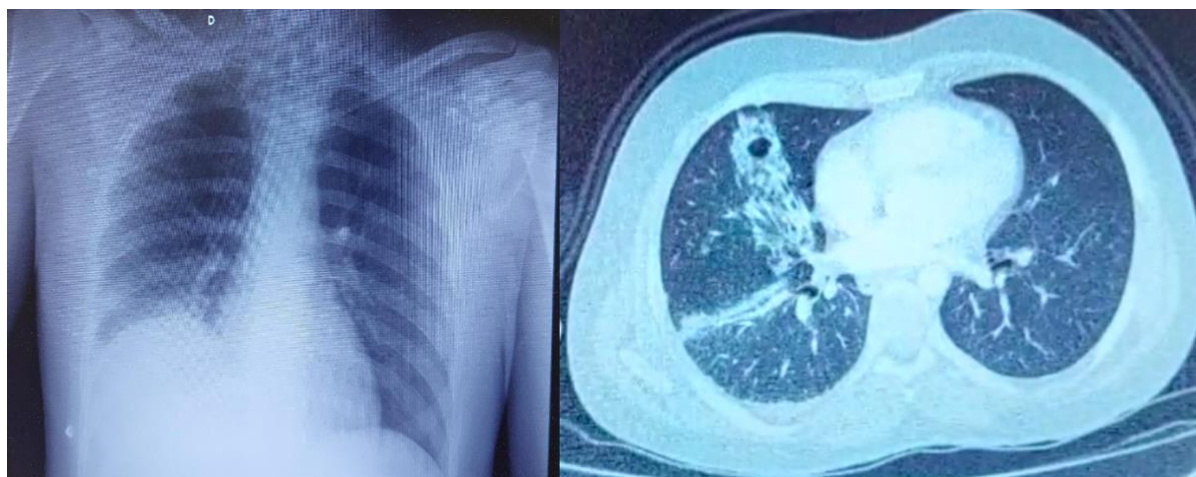
*Figura 8 - Tomografia computadorizada do caso relatado acima. Corte axial: Estômago intratorácico (nível líquido), contusão pulmonar difusa e hemotórax laminar a esquerda. Corte coronal: Estômago intratorácico, perda da cúpula diafragmática, contusão pulmonar. Sinal do colar a esquerda (waistlike constriction).*



*Figura 9 – Masculino, atropelamento. Drenagem de tórax com débito de 1200mL hemático. Ra-diografia a esquerda evidencia drenagem de tórax, pneumotórax, fratura de múltiplos arcos costais, perda do contorno diafragmático/borramento base pulmonar, sonda nasogástrica intra-torácica e enfisema de partes moles a esquerda. Tomografia tórax, corte axial mostra fraturas de múltiplos arcos costais a esquerda, extenso enfisema de partes moles, atelectasia da base pulmonar esquerda, dreno tórax e sonda nasogástrica no tórax com herniação do estômago e baço em hemitórax esquerdo, evidenciando si-nal da víscera dependente.*



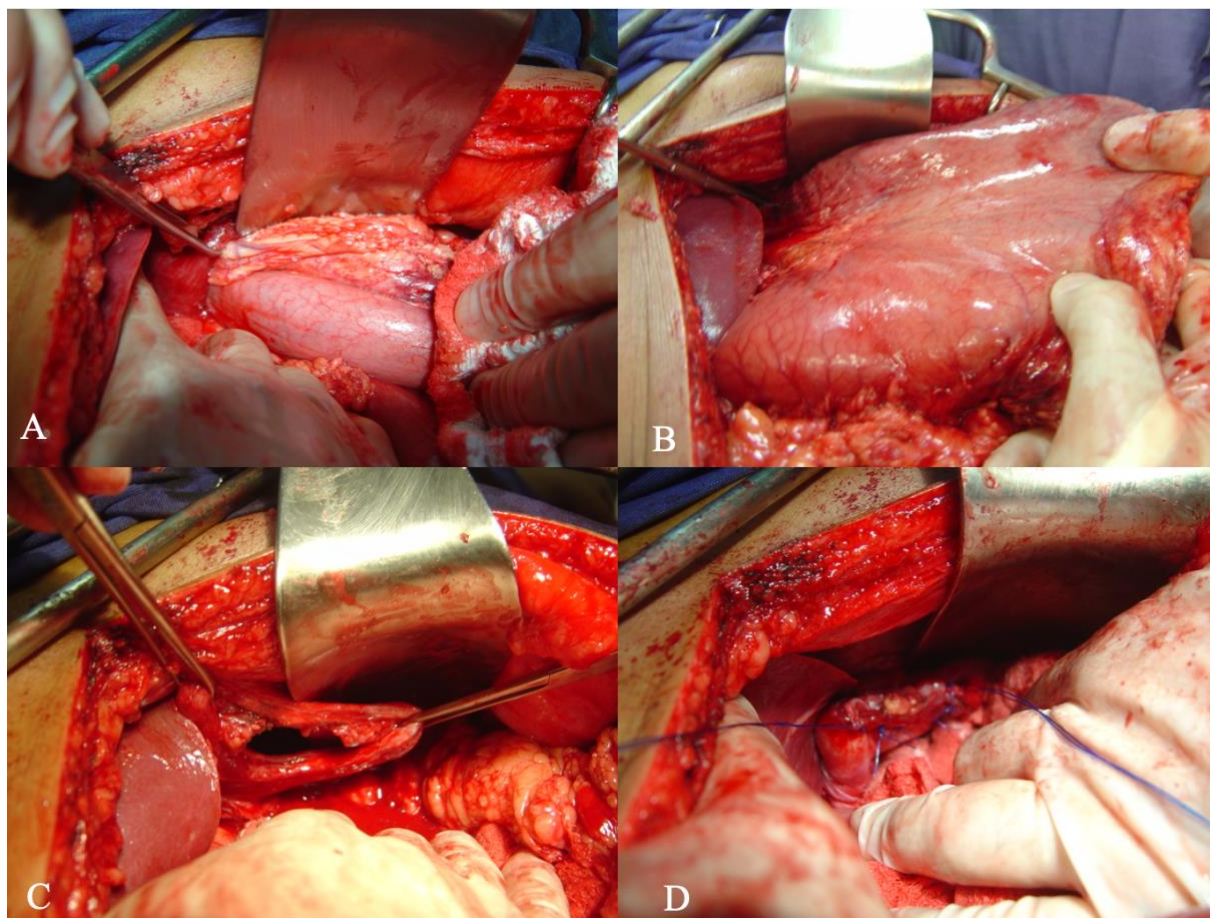
*Figura 10 – Masculino, agressão interpessoal com trauma abdominal contuso. Corte axial da tomografia evidência estômago intratorácico a esquerda, com sinal da víscera dependente.*



*Figura 11 – Trauma abdominal contuso. Radiografia a esquerda evidencia elevação da cúpula diafragmática direita >5cm em comparação com cúpula esquerda. Tomografia no corte axial evidencia atelectasia pulmonar a direita.*



*Figura 12 – Mesmo paciente da radiografia e tomografia acima mencionados. Corte coronal a esquerda: evidencia hérnia diafragmática pós-traumática em hemitórax a direita com fígado intratorácico. Sinal da corcova (hump liver sign). Corte sagital: Sinal da corcova (hump liver sign).*



*Figura 13 – A: Estrutura abdominal herniada para o tórax. B: redução visceral para cavidade abdominal. C: avaliação da lesão diafragmática com graduação. D: sutura da lesão diafragmática com fio inabsorvível, em pontos separados.*

## 5 DISCUSSÃO

É importante distinguir entre lesão diafragmática e a ocorrência de hérnia diafragmática secundária a essa lesão. A hérnia diafragmática pós-traumática é uma complicação das lesões diafragmáticas. Em nossa série, a relação de lesões diafragmáticas entre os mecanismos penetrante e contusas foi de 2:1. A incidência de hérnia diafragmática pós-traumática foi de 13% das lesões diafragmáticas.

É fundamental destacar as diferenças nas lacerações diafragmáticas contusas e penetrantes. Ferimentos penetrantes levam a pequenas lacerações e demoram a apresentar complicações, que geralmente ocorrem dentro dos primeiros anos (50). Pomerantz et al. (111), em suas análises, relatam que 85% dos casos diagnosticados estão dentro dos primeiros três anos após o trauma. Apenas 14% dos traumas penetrantes cursam com hérnia diafragmática aguda (53). No entanto, no cenário agudo, o mecanismo mais comum para surgimento de grandes rupturas lineares com herniação são traumas contusos.

Como mostrado em nossa série, o trauma contuso está associado a 72% das hérnias diafragmáticas pós-traumáticas. Este achado se dá pela quantidade de lesões de trânsito em nossa região. Entre as hérnias diafragmáticas por trauma contuso, 92,5% são provenientes de lesões de trânsito, sendo 65% por eventos causados por acidente automobilístico e 27,5% por atropelamentos.

A predominância do sexo masculino e indivíduos jovens em nossa série representa a prevalência global dos indivíduos traumatizados (30). Fato este pela maior exposição ao agente agressor e maior capacidade de o indivíduo jovem ter fisiologia para suportar as agressões decorrentes por trauma, sem evoluir a óbito antes do atendimento hospitalar.

No ambiente hospitalar, 75% das hérnias diafragmáticas pós-traumáticas ocorrem à esquerda em oposição aos 25% a direita, e as lesões bilaterais são mais incomuns, ocorrendo em apenas 2% dos pacientes. Nossa análise é semelhante à da literatura (29, 36, 39, 40, 44). A explicação para tal fato, envolve três mecanismos. Primeiramente, Lucido e Wall (112), em 1963, demonstraram a existência de uma área de fraqueza muscular no ponto de fusão embrionária na área póstero-lateral do

diafragma esquerdo. Em seguida, o fígado atribui efeito protetor ao diafragma à direita durante as elevações súbitas de pressão intra-abdominal. Por último, o sub-diagnóstico de pacientes com ruptura do diafragma à direita (39).

Atualmente, o diagnóstico intra-hospitalar de hérnia diafragmática pós-traumática à direita em traumas contusos graves é possível devido à melhoria dos sistemas de trauma. Equipes pré-hospitalares eficientes, que estabilizam e transportam o paciente ao hospital em tempo hábil, muitas vezes com o transporte aéreo, presença *in loco* de equipe de cirurgia do trauma e banco de sangue, com reanimação hemostática precoce e a tecnologia utilizada na obtenção das imagens, com uso da tomografia multidetectores, trazendo eficiência e qualidade nas imagens diafragmáticas com familiarização da interpretação das imagens por médicos radiologistas experientados em centro de trauma. Portanto, um grupo selecionado de pacientes vivos, com hérnias diafragmáticas a direita conseguiria ter seu diagnóstico realizado.

Aun et al. (113) compararam dois grupos, sendo o primeiro grupo, que engloba 97 casos de hérnia diafragmáticas tratadas cirurgicamente e um segundo grupo com 146 casos avaliados em 12.276 necrópsias consecutivas de pacientes que morreram porque não receberam atendimento médico. Houve maior incidência de lacerações diafragmáticas do lado direito no grupo de necrópsia (49,6%) do que no grupo hospitalizado (14,4%).

Além de maior número de lesões associadas, foram encontradas no grupo autopsiado, lesões de maior gravidade, entre elas, as ortopédicas e pélvicas, trauma cranioencefálico e principalmente, lesões hepáticas de alto grau. Neste grupo, a principal causa de morte, em mais de 80% foi o choque hemorrágico, em comparação com os 15% de óbito do grupo hospitalizado, por complicações pós-operatórias ou infecções, concluindo que os doentes com hérnias diafragmáticas à direita têm lesões graves o suficiente para determinar o óbito a curto tempo sem capacidade de chegar com vida à sala de emergência, subestimando sua real prevalência.

Na literatura, Boulanger et al. (39) observaram que hérnias diafragmáticas pós-traumáticas à direita têm gravidade maior devido às lesões associadas, choque hemorrágico e menor sensibilidade no diagnóstico de imagem. Em nosso

levantamento 10 casos (18%) tiveram hérnia diafragmática pós-traumática no lado direito, 60% foram por mecanismo contuso, 70% diagnosticados por laparotomia exploradora devido instabilidade hemodinâmica e 90% tinham lesões associadas intra e extra-abdominais. Ao menos, 52% a 100% dos pacientes com trauma abdominal contuso e hérnia diafragmática pós-traumática apresentam lesões em outros órgãos (39, 54, 55). No trauma penetrante apenas 25% das lesões diafragmáticas são isoladas (53).

Boulanger et al. (39) referem que nas hérnias diafragmáticas pós-traumáticas a direita 100% dos doentes apresentam lesões associadas de órgãos abdominais, e a esquerda, cerca de 77%.

Nossa série apresentou resultados semelhantes ao avaliar as lesões associadas, 78% dos pacientes tiveram alguma lesão associada na fase aguda. À direita, 90% e à esquerda 75%. Metade dos doentes de nossa série com lesões associadas à direita tinha instabilidade hemodinâmica durante admissão, principalmente pelas lesões associadas.

Total de 55%, 33% e 11% tiveram lesão associada intra, extra-abdominal e torácica, respectivamente, sendo a lesão diafragmática um marcador oculto de gravidade no trauma contuso. A energia para lacerar o diafragma está diretamente relacionada a lesões associadas

Encontramos que o órgão intra-abdominal mais acometido é o baço, com 34,5%, seguido do fígado, com 25,5%. No lado direito 90% das lesões associadas são no fígado. O trato gastrointestinal (estômago, intestino delgado e cólon) somados tiveram lesões associadas em 27% dos casos, sendo mais incidente nos traumas penetrantes. Observamos achados semelhantes na literatura (28, 39). Nas lesões extra-abdominais, as fraturas de pelve (36%) e ossos longos (27%) foram as mais prevalentes, entre as lesões torácicas, hemopneumotórax e fratura de arcos costais com contusão pulmonar (31%) tiveram prevalência semelhante.

Apesar de discutido na literatura por Rizoli et al. (58), o mecanismo de trauma semelhantes entre lesão traumática de aorta e sua associação, apenas um (1,8%) doente em nossa análise teve hérnia diafragmática pós-traumática e lesão traumática de aorta, enfatizando a raridade dessa associação complexa.

Na fase aguda, muitos autores (56, 28, 57) relatam o estômago como estrutura mais herniada. Na fase crônica, o cólon passa a ser a estrutura mais herniada (27, 28, 33, 48, 50).

Quanto a lateralidade da lesão, Brown e Richardson (57) relatam que nas lesões à esquerda, o estômago é o órgão mais herniado, em 58% dos casos, seguido do baço, com 39%. À direita, o fígado é o órgão mais herniado, presente em todos os casos de seu levantamento. O estômago foi o órgão mais herniado agudamente em nosso levantamento, nos casos crônicos, estômago e cólon em conjunto foram os mais comuns. À esquerda, o órgão mais herniado foi o estômago, à direita, o fígado.

Rodriguez-Morales et al. (56) concluíram que uma hérnia diafragmática deve ser suspeitada com base no mecanismo de trauma e no exame físico. Kearney et al. (41) relataram que a colisão lateral aumenta três vezes o risco de lesão de diafragma ipsilateral. Em nosso levantamento, não foi possível localizar o posicionamento do ocupante no veículo ou a cinemática de trauma detalhada devido às informações faltantes de prontuário médico.

Aronoff et al. (44) relataram que a confiança no exame físico é desapontadora, com capacidade global de identificar apenas 44% das lesões diafragmáticas após trauma contuso e 55% após trauma penetrante. Acreditamos que esta baixa capacidade diagnóstica do exame físico seja por três fatores: primeiro, falta de familiaridade dos cirurgiões com a doença; segundo, baixa especificidade do exame físico, associado a um ambiente da sala de trauma, muitas vezes conturbado e ruidoso, dificultando uma propedêutica de qualidade e; terceiro, como habitualmente possuem lesões associadas, nos doentes graves, o choque hemodinâmico ou comprometimento ventilatório podem ser decorrentes de outras lesões e desviar atenção do médico assistente.

Shah et al. (29) relataram que 43,5% dos casos tiveram seu diagnóstico pré-operatório, 41,3% realizado durante intraoperatório e 14,6% destas lesões passaram despercebidas ou tiveram seu diagnóstico em necrópsias.

Em nossa série, após avaliação clínica inicial, 15 (27,7%) doentes foram submetidos a laparotomia exploradora sem diagnóstico pré-operatório. A laparotomia foi o método diagnóstico nestes casos, pois os doentes apresentavam instabilidade

hemodinâmica (25% da análise) ou pela necessidade de investigações de lesões associadas, como nos ferimentos penetrantes em abdome ou região de transição toracoabdominal. De fato, os pacientes com exame físico suspeito para hérnia diafragmática pós-traumática, sem critério de laparotomia imediata, foram submetidos a métodos diagnósticos confirmatórios, como imagens radiológicas.

Entre os doentes com o diagnóstico pré-operatório (67,7%), a radiografia simples de tórax e a tomografia toracoabdominal foram essenciais na tomada de decisão. Apesar da importância do uso da radiografia na prática médica, seu uso para diagnóstico de lesão diafragmática é inconsistente, realizado em menos da metade dos casos (59). A sensibilidade do método nas lesões diafragmáticas proveniente de trauma contuso é de 64% para o lado esquerdo e apenas 17% para o lado direito (60). Na presente revisão, o diagnóstico com base na radiografia simples de tórax foi feito em 54% dos casos, e os exames foram avaliadas pelo cirurgião mais experiente do plantão, o que aumenta a sensibilidade de diagnóstico. Os achados mais comuns nas radiografias simples de tórax foram: elevação da cúpula do diafragma, estrutura abdominal intratorácica e fraturas de arcos costais com contusão pulmonar. Para Gelman et al. (60) o achado mais sensível para o diagnóstico é a elevação da cúpula diafragmática (61%), seguido de presença de víscera abdominal intratorácica (45%), todavia, Aranoff et al. (44) relataram que 20% dos casos diagnosticados com hérnia diafragmática pós-traumática no intraoperatório tinham radiografia simples de tórax sem alterações ou com achados inespecíficos.

A introdução da sonda nasogástrica ajudou no diagnóstico apenas na minoria dos casos. Apesar de alguns estudos colocarem a importância da administração de substância hidrossolúvel de contraste pela sonda nasogástrica ou retal (47), nosso estudo demonstrou não ser mandatória a administração do contraste oral ou retal, sendo utilizado apenas em três casos nos quais a radiografia inicial apresentou dúvidas em relação à presença de hérnia diafragmática pós-traumática.

A porcentagem maior de diagnósticos por radiografia simples de tórax em nossa série, pode ter sido influenciada pelo desenho de nosso estudo, pois, dentre os exames mais comumente utilizados, este exame foi o mais acessível nas décadas passadas. Essa modalidade diagnóstica era a única disponível no atendimento inicial

ao paciente traumatizado, sendo de fácil realização e exigindo pouca cooperação do paciente.

Apesar de ser considerada útil na avaliação inicial do doente traumatizado com suspeita de hérnia diafragmática pós-traumática, entendemos que devido sua baixa sensibilidade não é adequada para como método definitivo, consideramos que, atualmente, com a disponibilidade da tomografia computadorizada seu uso é limitado. Esta última foi introduzida no HC da Unicamp em 2008, portanto, grande parte de nossa análise de dados, tem a radiografia de tórax como único método de imagem acessível.

Desde a década de 1990, nada impactou tanto o desfecho dos pacientes traumatizados quanto a tomografia computadorizada. Atualmente, para uma ampla avaliação das lesões associadas e a possibilidade de tratamento não operatório, os pacientes hemodinamicamente estáveis com mecanismo de trauma de alta energia são submetidos ao protocolo de tomografia de corpo inteiro no HC-Unicamp.

Sua sensibilidade para lesões diafragmáticas para o trauma contuso varia de 71% a 82% e sua especificidade de 75% a 100%. No trauma penetrante, a sensibilidade foi de 86%, especificidade de 79% (64, 65, 67).

As reformatações multiplanares coronais e sagitais contribuem para a precisão do diagnóstico permitindo melhor sensibilidade e especificidade do exame (64, 65). Em nossa análise, 12,7% dos diagnósticos foram feitos a partir da tomografia computadorizada. Vários autores (64, 65, 67, 68) descreveram sinais sugestivos para o diagnóstico no mecanismo contuso e penetrante. Em nosso estudo, todas as imagens tomográficas foram avaliadas por dois ou mais radiologistas experientes em trauma. Os sinais comumente encontrados foram: herniação do conteúdo abdominal no tórax em todos os casos, sinal do colar e o sinal da víscera dependente em dois casos, espessamento do diafragma em um caso, além de achados indiretos como contusão pulmonar, desvio do mediastino e fratura de arco costais. A especificidade da tomografia foi de 100%. Ao nosso entendimento, além de ser precisa para realizar o diagnóstico, outro fator importante da tomografia computadorizada ser o método de escolha é a capacidade ampla em avaliar lesões associadas.

Em nossa análise, todos os doentes submetidos a este método de imagem tiveram diagnósticos de lesões associadas, agregando informações ao tratamento cirúrgico ou cuidados em unidade de terapia intensiva.

Nossa série não possui nenhum caso diagnosticado por ressonância nuclear magnética. Apesar de oferecer imagens de excelente resolução (78), acreditamos não ser um exame adequado para pacientes com trauma na fase aguda e ainda colocamos que, atualmente, com a evolução dos tomógrafos multidetectores e reformatações espaciais, o exame atualmente não possui espaço na propedêutica diagnóstica não sendo utilizado no HC-Unicamp.

A avaliação focada com ultrassonografia para trauma (FAST) é ferramenta propedêutica essencial na avaliação inicial do paciente traumatizado, podendo ser facilmente replicado durante o atendimento inicial.

Atualmente, o FAST estendido (e-FAST) é considerado importante no diagnóstico de lesões da cavidade toracoabdominal, como pneumotórax, contusão pulmonar, hemotórax e líquido livre abdominal ou pericárdico. A ultrassonografia feita por médico radiologista é uma modalidade para avaliar a função e dinâmica diafragmática, seu uso pode ser útil na propedêutica diagnóstica.

O LPD foi parte da propedêutica da avaliação de trauma abdominal contuso e penetrante no passado. Embora cinco casos tenham sido submetidos ao método diagnóstico, ele não é utilizado em nosso hospital desde 2010.

Dos cinco exames realizados, todos foram submetidos a laparotomia exploradora. Três foram falso negativos, pois havia lesão diafragmática que não foi diagnosticada e dois positivos, porém, ambos associados a lacerações hepáticas. Entre os motivos do desuso do LPD na lesão diafragmática no trauma contuso estão 25% dos exames apresentarem resultado falso-negativo, portanto, havia lesões diafragmáticas não diagnosticadas e os positivos, eram por lesões associadas e não pela lesão diafragmática (84). Portanto, é um exame inadequado para avaliação da hérnia diafragmática pós-traumática; além de invasivo, é inespecífico com número considerável de achados falso-negativos e altas taxas de laparotomias não terapêuticas ou postergadas.

A cirurgia minimamente invasiva vem ganhando espaço nas mãos de cirurgiões experimentados como método em cirurgias de urgência e trauma. Sua indicação, além de segura, traz múltiplos benefícios na redução da morbimortalidade, reduzindo resposta inflamatória e dor pós-operatória, menores taxas de hérnias incisionais e infecção de sítio cirúrgico, menor tempo de internação hospitalar e retorno mais rápido às atividades habituais, gerando menores custos ao sistema de saúde (93, 114).

No início da década de 1990, Ivatury et al. (86, 89) mostraram ser encorajador o uso da laparoscopia para o diagnóstico de violação peritoneal, trajetórias tangenciais em ferimentos por projétil por arma de fogo, hemoperitônio, lesões de órgãos sólidos e, principalmente, lacerações diafragmáticas no trauma penetrante, com sensibilidade de 97% e 100% de especificidade. Cuidado especial foi dado na avaliação de vísceras ocas, para essas lesões sua sensibilidade foi de 18% e especificidade de 100%.

Apesar da toracoscopia ser usada com menos frequência em relação a laparoscopia, demonstrou ter alta sensibilidade e especificidade para o diagnóstico de lesão diafragmática, além de ser o método ideal para a evacuação do hemotórax e drenagem pleural sob visão direta da cavidade torácica (91).

Nossa série mostrou três casos na qual a laparoscopia diagnóstica foi usada e apenas um caso no qual a toracoscopia diagnóstica foi acrescentada a laparoscopia. Todos os doentes tiveram ferimentos penetrantes por arma branca na região de transição toracoabdominal à esquerda. Em apenas um caso o tratamento da hérnia diafragmática pós-traumática foi realizado por laparoscopia; este caso possuía pequena laceração com herniação do epíplon, nos outros dois casos, o método foi diagnóstico, mas não terapêutico.

Pode-se explicar tal fato pela menor experiência da equipe em laparoscopia, até mesmo, pois a maioria dos cirurgiões no tempo da análise foram experimentados em cirurgias abertas, sendo a laparoscopia e toracoscopia um arsenal propedêutico mais difundido na última década pelos cirurgiões de trauma. A laparoscopia é altamente dependente da experiência do cirurgião para ser método seguro.

A toracoscopia faz parte da propedêutica e terapia dos doentes com lesões torácicas ou toracoabdominais em nosso serviço, por exemplo, hemotórax retido. Acreditamos que a cirurgia minimamente invasiva, quando indicada corretamente e realizada com segurança, tem grande utilidade na cirurgia do trauma.

A literatura traz dúvidas sobre a cicatrização espontânea do diafragma (115). Demetriades et al. (116) aceitaram os riscos associados à não sutura das rupturas do diafragma direito, mas a busca ativa através da laparoscopia, por lesões do diafragma esquerdo, com sutura foi rotineiramente indicada em seu protocolo de lesões de transição toracoabdominal. Por outro lado, o tratamento das hérnias diafragmáticas pós-traumáticas é sempre cirúrgico.

As lesões agudas devem ser abordadas de maneira precoce, seja por laparotomia exploradora ou laparoscopia (40, 93, 103). A laparotomia exploradora foi realizada na grande maioria dos casos em nosso levantamento. Quatro casos com necessidade de toraco-laparotomia envolviam lesões hepáticas de alto grau ou lesões pulmonares e cardíacas, com necessidade de melhor exposição do fígado e vasos retro-hepáticos ou atuação direta em órgãos torácicos através da abertura bicavitária.

A laparotomia é nossa abordagem de escolha, pois a maioria dos casos de hérnia diafragmática pós-traumática tem lesões associadas intra-abdominais, diminuindo o risco de lesões despercebidas. Na fase crônica, a toracotomia foi a incisão de escolha para hérnias diafragmáticas por muitas décadas. Atualmente, fica claro que a abordagem abdominal é factível, segura, com semelhante mortalidade e menores índices de pneumonia (101). Em nossa experiência, a laparotomia exploradora é segura mesmo nos casos diagnosticados e abordados com mais de 48h.

Percebemos que esses doentes podem ter sofrimento intestinal, podendo ser diagnosticados com sinais de abdome agudo ou choque séptico, necessitando de ressecções gastrointestinais após liberação do conteúdo herniado, o que, de fato, é mais bem abordado pela via abdominal. No entanto, fica claro que o cirurgião deve estar preparado para abordagem das duas cavidades nos casos de hérnia diafragmática pós-traumática.

No contexto do trauma contuso, grandes lacerações e presença de lesões associadas, podem cursar com instabilidade hemodinâmica e ventilatória, questionando-se a laparoscopia no arsenal de tratamento. Porém, desde o relato do uso de laparoscopia como método diagnóstico e terapêutico houve um salto na evolução no método (102).

A experiência dos cirurgiões em procedimentos eletivos no diafragma, como as hérnias de hiato e hérnias congênitas, tornou factível, em casos bem selecionados, o reparo da lesão diafragmática, tanto na fase aguda como crônica (103).

Outro ponto a ser discutido é a evolução dos dispositivos que facilitam a execução de suturas, com a substituição de nós intracorpóreos, por suturas com fio farpado inabsorvível unidirecional (V-Loc®, Medtronic, *Mansfield, Massachusetts*, EUA) que não necessitam de nó intracorpóreo, dispositivos de nós extracorpóreos, cliques especiais como Lapra-Ty (Ethicon Endosurgery®, *Cincinnati, Ohio*, EUA) e telas específicos para correção de hérnias laparoscópicas (103, 117). Infelizmente, esses dispositivos tecnológicos são pouco acessíveis no HC- Unicamp, tornando desencorajadora a sutura de grandes lesões.

Nos ferimentos penetrantes com pequenas lacerações e lesões isoladas do diafragma, conseguimos suportar as evidências para indicação padrão ouro nas regiões de transição toracoabdominal esquerda em doentes estáveis hemodinamicamente (89, 93, 94, 97, 98).

A técnica aberta ou laparoscópica segue o mesmo princípio. Redução do conteúdo herniado, inspeção do diafragma e cavidade torácica, seguindo-se com a colocação de um dreno torácico ipsilateral a lesão, e sutura da laceração com fio monofilamentar não absorvível (Figura 14,15).

A tomada correta de decisão e o tempo precoce na abordagem cirúrgica são essenciais para melhor desfecho dos doentes com hérnia diafragmática pós-traumática. Em nossa série, 44 casos (80%) tiveram o diagnóstico antes de 48h. Houve um atraso diagnóstico >48h em 11 casos (20%). Pode-se explicar tal fato por três motivos; primeiro, a maioria desses casos foram coletados no início da análise retrospectiva, portanto, a forma diagnóstica era basicamente a radiografia simples de

tórax, com baixa sensibilidade, sendo o diagnóstico despercebido, conforme corrobora a literatura, em 12% a 66% dos casos (27), segundo; são as lesões por ruptura em segundo tempo. Esse mecanismo envolve um diafragma inicialmente desvitalizado, no qual, ainda íntegro, não possui hérnia diafragmática pós-traumática, porém, com o processo inflamatório e isquêmico ao decorrer dos dias, ocorre um ponto de fraqueza, ruptura e herniação do conteúdo abdominal, mesmo após a inspeção cuidadosa do cirurgião ou avaliação rigorosa pelo radiologista, em terceiro; alguns casos, após o doente ser extubado normalizando o gradiente de pressão pleuropulmonar, a hérnia diafragmática pós-traumática pode se tornar evidente (118). Todos esses casos foram do lado esquerdo, o que corrobora os achados de ruptura e hérnia diafragmática pós-traumática em segundo tempo, já que à direita, o fígado, em teoria, protegeria o diafragma.

Apenas três destes 11 casos foram por trauma penetrante, normalmente é o mecanismo mais comum de lesão despercebida. Essa baixa incidência de lesões despercebidas por trauma penetrante pode ser explicada pelo mesmo motivo dos 44 doentes (80%) diagnosticados precocemente.

Apesar de o diagnóstico não ser óbvio, o alto índice de suspeita diagnóstica pela equipe de cirurgia do trauma, com protocolo rígido, de modo habitual com laparotomia exploradora, para o diagnóstico e busca ativa de lesões diafragmáticas ou hérnia diafragmática pós-traumática durante admissão do doente traumatizado reduziu as lesões despercebidas.

Antes do uso da laparoscopia diagnóstica ou tomografia computadorizada, todo ferimento de transição toracoabdominal era investigado com laparotomia exploradora em nosso serviço, conforme sugerido em Kearney (41).

A principal complicação das hérnias diafragmáticas traumáticas agudas é a hérnia crônica (119). Quando não diagnosticadas, as hérnias diafragmáticas saltam de 5% de mortalidade, na fase aguda, para 20% a 66% na fase crônica, chegando até 80% em casos com necrose do intestino (45, 119).

Em relação às complicações das lesões diafragmáticas, houve diferenças entre os grupos de lesão diafragmática penetrante e contusa, sem significância estatística (*p*-valor 0,55). Em nosso estudo, 23 casos de trauma contuso (57%) tiveram

complicações, por outro lado, apenas seis casos por ferimento penetrante, seguindo a tendência da literatura, que mostra taxa de complicações das lesões diafragmáticas variando entre 31% e 65%, sendo maior no trauma contuso (29, 30, 55, 56).

As complicações mais comuns no trauma contuso são as ventilatórias, como síndrome do desconforto respiratório agudo, atelectasias e pneumonia, nas lesões diafragmáticas penetrantes, são as relacionadas a infecções locais, e formação de abscessos cavitários, por exemplo, empiemas (30).

Assim como na literatura, em nosso estudo, a maioria das complicações foi relacionada a lesões associadas, principalmente as pleuropulmonares, e não atribuídas à própria lesão diafragmática. Observou-se que a pneumonia foi a principal complicação em nosso levantamento, sendo diretamente associada aos traumas contusos, fato esse, observado pela gravidade das lesões associadas, tendendo a mais dias em ventilação mecânica na UTI, facilitando pneumonia associada à ventilação mecânica nesse perfil de doente.

O empiema, segunda complicação mais comum, é explicado nas lesões penetrantes, devido lesão do estômago com possível contaminação da cavidade torácica por conteúdo gástrico e, no trauma contuso, com ISS>25 com lesão do baço e provável aspiração de conteúdo hemático abdominal para o tórax, posteriormente infectando-o, achado semelhante de Barmparas et al. (120).

A tendência da mortalidade foi maior nos pacientes com trauma contuso (90%) em comparação com penetrante (10%), porém, não houve significância estatística (*p*-valor: 0,25).

Além disso, os pacientes com trauma contuso tiveram tempo de internação hospitalar mais longo. A média na enfermaria foi de 18 dias e a mediana de 9,5 dias contra média de 11 e mediana de 10 dias no trauma penetrante, já o tempo de internação na UTI teve média de 11 dias no trauma contuso contra cinco no trauma penetrante, todavia, não houve significância estatística para mortalidade (*p*-valor: 0,08). Contudo, houve também uma maior tendência em dias de ventilação mecânica para traumas contusos.

Na literatura, as taxas de mortalidade das lesões diafragmáticas variam de 10% a 51% (29, 30, 39, 56) sendo 15% a 40% no trauma contuso e 10% a 30% no penetrante. Em nosso estudo, a taxa de mortalidade global foi 20%.

A morbidade e mortalidade foram principalmente relacionadas a lesões associadas, e não propriamente a lesão diafragmática e suas complicações, por esse motivo, a hérnia diafragmática pós-traumática é lembrada como marcador de lesões potencialmente graves e letais, por outro lado, apesar de observado essa tendência, não houve significância estatística nessa observação em nossa casuística (*p*-valor: 0,076).

Este estudo tem limitações relacionadas a seu desenho retrospectivo. Os vieses potenciais podem ocorrer porque a análise dos dados estabelecidos mostra a mudança nas perspectivas e tendências da avaliação do paciente ao longo das décadas analisadas. A coleta de dados também se baseou na revisão de prontuários da instituição, que pode conter erros ou omissões. É importante ressaltar que o nível de significância é um valor calculado de acordo com os dados obtidos, portanto, estudos com amostras maiores tendem a obter estimativas de efeito mais precisas, assim sendo, valor de *p* é influenciado, entre outros fatores, pelo tamanho da amostra, o que limita a precisão em nosso estudo das análises de nível de significância.

## 6 CONCLUSÕES

As conclusões do presente estudo foram:

- As hérnias diafragmáticas traumáticas são incomuns e lesões isoladas são raras. Foram mais comumente observadas no trauma contuso e à esquerda.
- O diagnóstico pré-operatório hérnia diafragmática pós-traumática foi feito principalmente por radiografia simples de tórax (55%) evitando uma hérnia diafragmática crônica.
- A tomografia computadorizada identificou lesões associadas e apresentou alta sensibilidade e especificidade.
- Apesar do uso da laparoscopia, a laparotomia foi a abordagem mais frequente para o reparo.

## REFERÊNCIAS

1. Organização Mundial de Saúde (OMS). Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde. 10ª edição. São Paulo: EDUSP; 1993.1200p. V1.
2. Organização Mundial de Saúde (OMS). Injuries and violence: The Facts 2014. Genebra. Acesso em [2020 Dez 04] Disponível em: [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/media/news/2015/injury\\_violence\\_facts\\_2014/en](https://www.who.int/violence_injury_prevention/media/news/2015/injury_violence_facts_2014/en)
3. DataSUS – Acesso em [2020 Dez 08] Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10uf.def>.
4. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Atlas da violência 2019.
5. Fórum Brasileiro de Segurança Pública 2019. Brasília. Acesso em [2020 Dez 06] Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/downloads/6537-atlas2019.pdf>.
6. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 27, volume 50, nº 31, out. 2019. Brasília. Acesso em [2020 Dez 04] Disponível em: <https://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2019/outubro/24/boletim-epidemiologico-svs-31.pdf>.
7. Caderno de acidentalidade no trânsito em campinas 2019 (EMDEC). Campinas. Acesso em [2020 Dez 12] Disponível em: [http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/emdec\\_documentos/23474.pdf](http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/emdec_documentos/23474.pdf)
8. Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, Lewis FR, Trunkey DD. Epidemiology of Trauma Deaths. Am J Surg. 1980; 140:144-50.
9. Masella CA, Pinho VF, Passos ADC, Spencer Netto, Rizoli S, Scarpelini S. Temporal distribution of trauma deaths: quality of trauma care in a developing country. J Trauma. 2008; 65:653-8.
10. Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de políticas de saúde. Promoção da saúde: Declaração de Alma-Ata, Declaração de Ottawa, Declaração de Adelaide, Declaração de Sundsvall, Declaração de Santa Fé de Bogotá, Declaração de Jacarta, Rede de Megapaíses e Declaração do México. 2.Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

11. Mantovani M. Controvérsias e Iatrogenias na Cirurgia do Trauma. 1ª edição. São Paulo: Editora Atheneu; 2007. Capítulo 1, Controvérsias na prevenção do trauma; p.03-8
12. Brasil. Estatuto do Desarmamento. Lei n. 10.826, de 22 de dezembro de 2003. Registro, posse e comercialização de armas de fogo e munição, sobre o Sistema Nacional de Armas – Sinarm. Lex-Coletânea de Legislação: Edição Federal, Brasília; 2003.
13. Fraga GP, Carreiro PR, Petry H, Scarpelino S. Yellow May: an active campaign to prevent road traffic injury. Rev Col Bras Cir. 2015; 42(4): 200-1.
14. Dorigatti AE, Simakawa LJ, Redondano BR, Barros de Carvalho R, Calderan TAR, Fraga GP. Importância de programa multiprofissional de prevenção de trauma para jovens. Rev Col Bras Cir. 2014; 41: 245-50.
15. Loukas M. Lungs and diaphragm. In: Strandring S. Grays Anatomy. 41ª edição. Londres: Elsevier; 2016. p.970-5.
16. Moore KL, Persaud TVN. Embriologia Clínica. 8ª edição. Rio de Janeiro. Elsevier; 2008. Capítulo 8, Desenvolvimento do diafragma; p.152-5.
17. Moore KL, Aygur AMR, Dally AF. Clinically Oriented Anatomy. 6ª edição. Filadélfia. Lippincott, Williams e Wilkins; 2009. Capítulo 2, Abdome; p.306-27.
18. Nason LK, Walker CM, McNeeley MF, Burivong W, Fligner CL, Godwin D. Imaging of the diaphragm: anatomy and function. Radiographics. 2012; 32:51-70.
19. Marchand P. A study of the forces productive of gastroesophageal regurgitation and herniation through the diaphragmatic hiatus. Thorax. 1957; 12(3):189-202.
20. Sennertus (cited by Reed). Diaphragmatic hernia produced by a penetrating wound. Edinburgh Med Surg J. 1840; 53:104.
21. Hanby WB. The case reports and autopsy records of Ambroise Paré. Springfield. Thomas, 1961; 50-1.
22. Bowditch HI. Diaphragmatic hernia. J Buffalo Med. 1853; 9:65-94.
23. Riolfi. Bull. della. Soc. Lancisiana degli Ospedali di Roma; Ref Centralbl Chir. 1893; 873.
24. Walker CW. Strangulated hernia through a traumatic rupture of the diaphragm: Laparotomy: Recovery. J Surg. 1900; 23:257

25. Hedblom CA. Diaphragmatic hernia. JAMA. 1925; 85:947-53.
26. Hood RM. Traumatic diaphragmatic hernia. Ann Thorac Surg. 1971; 12(3):311-24.
27. Reber PU, Schmied B, Seiler CA, Baer HU, Patel AG, Buchler MW. Missed diaphragmatic injuries and their long-term sequelae. J Trauma. 1998; 44: 183-8.
28. Meyers BF, McCabe CJ. Traumatic diaphragmatic hernia. Occult marker of serious injury. Ann Surg. 1993; 218:783-90.
29. Shah R, Sabanathan S, Mearns AJ, Choudhury AK. Traumatic rupture of diaphragm. Ann Thorac Surg. 1995; 60:144-9.
30. Fair KA, Gordon NT, Barbosa RR, Rowel SE, Watters JM, Schreiber MA. Traumatic diaphragmatic injury in the American College of Surgeons National Trauma Data Bank: a new examination of a rare diagnosis. Am J Surg. 2015; 209:864-9.
31. Brandt ML, Luks FI, Spigland NA, DiLorenzo M, Laberge JM, Ouimet A. Diaphragmatic injury in children. J Trauma. 1992 32(3):298-301.
32. Hirano ES, Silva VG, Bortoto JB, Barros RH, Caserta NM, Fraga GP. Exame radiográfico convencional do tórax no diagnóstico de hérnia diafragmática pós-traumática. Rev Col Bras Cir. 2012; 39:280-5.
33. Madden MR, Paull DE, Finkelstein JL, Goodwin CW, Marzulli V, Yurt RW, et al. Occult diaphragmatic injuries from stab wounds to the lower chest and abdomen. J Trauma. 1989; 29:292-8.
34. Murray JA, Demetriades D, Asensio JA, Cornwell EE 3rd, Velmanhos GC, Belzberg H, et al. Occult injuries to the diaphragm: prospective evaluation of laparoscopy in penetrating injuries to the left lower chest. J Am Coll Surg. 1998; 187:626-30.
35. Waldschmidt ML, Laws HL. Injuries of the diaphragm. J Trauma. 1980; 20:587-91.
36. Andrus CH, Morton JH: Rupture of the diaphragm after blunt trauma. Am Surg. 1970; 119:686-93.
37. Da La Rocha AG, Creel RJ, Mulligan GN, Burns CM. Diaphragmatic rupture due to blunt abdominal trauma. Surg Gynecol Obstet. 1982; 154:175-80.
38. Desforges G, Strieder JW, Lynch JP, Madoff IM. Traumatic rupture of diaphragm. J Thorac Surg. 1957; 34:779-97.

39. Boulanger BR, Milzman DP, Rosati C, Rodriguez A. A comparison of right and left blunt diaphragmatic rupture. *J Trauma*. 1993; 35:255-60.
40. Ties JS, Peschman JR, Moreno A, Mathiason MA, Kallies KJ, Martin RF, et al. Evolution in the management of traumatic diaphragmatic injuries: a multicenter review. *J Trauma*. 2014; 76:1024-8.
41. Kearney PA, Rouhana SW, Burney RE. Blunt rupture of the diaphragm: Mechanism, diagnosis, and treatment. *Ann Emerg Med*. 1989; 18:1326-30.
42. Reiff DA, McGwin Jr G, Metzger J, Windham ST, Doss M, Rue LW 3rd. Identifying injuries and motor vehicle collision characteristics that together are suggestive of diaphragmatic rupture. *J Trauma*. 2002; 53:1139-45.
43. Reiff DA, Davis RP, MacLennan PA, McGwin Jr G, Clementes R, Rue LW 3rd. The association between body mass index and diaphragm injury among motor vehicle collision occupants. *J Trauma*. 2004; 57(6):1324-8.
44. Aronoff RJ, Reynolds J, Thal ER. Evaluation of diaphragmatic injuries. *Am J Surg*. 1982; 144:571-5.
45. Grimes O. Traumatic injuries to the diaphragm. *Am J Surg*. 1974; 128:175-81.
46. Hanna WC, Ferri LE. Acute traumatic diaphragmatic injury. *Thorac Surg Clin*. 2009; 19:485-9.
47. Payne JH, Yellin AE. Traumatic diaphragmatic hernia. *Arch.Surg*, 1982; 117:18-24.
48. Saber WL, Moore EE, Hopeman AR, Aragon WE. Delayed presentation of traumatic diaphragmatic hernia. *J Emerg Med*. 1986; 4:1-7.
49. Sullivan RE. Strangulation and obstruction in diaphragmatic hernia due to direct trauma. Report of two cases and review of the English literature. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1966; 52(5):725-34.
50. Degiannis E, Levy RD, Sofianos C, Potokar T, Florizoone MG, Saadia R. Diaphragmatic herniation after penetrating trauma. *Br J Surg*. 1996; 83:88-91.
51. Carter R, Brewer LA 3rd: Strangulating diaphragmatic hernia. *Ann Thorac Surg*. 1971; 12:281-90.
52. Pagliarello G, Carter J. Traumatic injury to the diaphragm: timely diagnosis and treatment. *J Trauma*. 1992; 33:194-7.
53. Demetriades D, Kakoyiannis S, Parekh D, Hatzitheofilou C. Penetrating

- injuries of the diaphragm. *Br J Surg.* 1988; 75:824-6.
54. Ward RE, Flynn TC, Clark WP. Diaphragmatic disruption secondary to blunt abdominal trauma. *J Trauma.* 1981; 21:35-8.
  55. Hanna WC, Ferri LE, Fata P, Razek T, Mulder DS. The current status of traumatic dia – phragmatic injury: lessons learned from 105 patients over 13 years. *Ann Thorac Surg.* 2008; 60:1044-8.
  56. Rodriguez-Morales G, Rodriguez A, Shatney CH. Acute rupture of the diaphragm in blunt trauma: analysis of 60 patients. *J Trauma.* 1986; 26:438.
  57. Brown GL, Richardson D. Traumatic diaphragmatic hernia: A continuing challenge. *Ann Thorac Surg.* 1985 39(2):170-3.
  58. Rizoli SB, Brenneman FD, Boulanger BR, Maggisano R. Blunt diaphragmatic and thoracic aortic rupture: an emerging injury complex *Ann Thorac Surg.* 1994; 58(5):1404-8.
  59. Gravier L, Freeark R. Traumatic diaphragmatic hernia. *Arch Surg.* 1963; 86: 363-73.
  60. Gelman R, Mirvis SE, Gens D. Diaphragmatic rupture due to blunt trauma: sensitivity of plain chest radiographs. *Am J Roentgenol.* 1991; 156:51-7.
  61. Shanmuganathan K, Killeen K, Mirvis SE, White CS. Imaging of diaphragmatic injuries. *J Thorac Imaging.* 2000; 15:104-11.
  62. Blum A, Walter F, Ludig T, Zhu X, Roland J. Multislice CT: principles and new CT-scan applications. *J Radiol.* 2000; 81:1597-614.
  63. Murray JG, Caoili E, Gruden JF, Evans JS, Halvorsen RA Jr, Mackersie RC. Acute rupture of the diaphragm due to blunt trauma: diagnostic sensitivity and specificity of CT. *Am J Roentgenol.* 1996; 166:1035-9.
  64. Killeen KL, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Helical CT of diaphragmatic rupture caused by blunt trauma. *Am J Roentgenol.* 1999; 173:1611-6.
  65. Larici AR, Gotway MB, Litt HI, Reedy GP, Webb WR, Gotway CA. et al. Helical CT with sagittal and coronal reconstructions: Accuracy for detection of diaphragmatic injury. *Am J Roentgenol.* 2002; 179:451-7.
  66. Worthy SA, Kang EY, Hartman TE, Kwong JS, Mayo JR, Muller NL. Diaphragmatic rupture: CT findings in 11 patients. *Radiology.* 1995; 194:885-8.
  67. Bergin D, Ennis R, Keogh C, Fenlon HM, Murray JG. The dependent viscera sign in CT diagnosis of blunt traumatic diaphragmatic rupture. *Am J*

- Roentgenol. 2001; 177:1137-40.
68. Desser TS, Edwards B, Hunt S, Rosenberg J, Purtill MA, Jeffrey RB. The dangling diaphragm sign: sensitivity and comparison with existing CT signs of blunt traumatic diaphragmatic rupture. *Emerg Radiol.* 2010; 17:37-44.
  69. Rees O, Mirvis SE, Shanmuganathan K. Multidetector-row CT of right hemidiaphragmatic rupture caused by blunt trauma: a review. *Clin Radiol.* 2005; 60:1280-9.
  70. Leung JC, Nance ML, Schwab CW, Miller WT Jr. Thickening of the diaphragm: a new computed tomography sign of diaphragm injury. *J Thorac Imaging.* 1999; 14:126-9.
  71. Nchimi A, Szapiro D, Ghaye B, Willems V, Khamis J, Haquet L, et al. Helical CT of blunt diaphragmatic rupture. *AJR.* 2005; 184:24-30.
  72. Caskey C, Zerhouni E, Fishman E, Rahmouni A. Aging of the diaphragm: a CT study. *Radiology.* 1989; 171:385-9.
  73. Bodanapally UK, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Sliker CW, Fleiter TR, arada K, et al. MDCT diagnosis of penetrating diaphragm injury. *Eur Radiol.* 2009; 19:1875-81.
  74. Stein DM, York GB, Boswell S, Shanmuganathan K, Haan JM, Scalea TM. Accuracy of computed tomography (CT) scan in the detection of penetrating diaphragm injury. *J Trauma Acute Care Surg.* 2007; 63:538-43.
  75. Shanmuganathan K, Mirvis SE, Chiu WC, Killeen KL, Hogan GJF, Scalea TM. Penetrating torso trauma: triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury – a prospective study in 200 patients. *Radiology.* 231:775-84.
  76. Dreizin D, Borja M, Danton G, Kadakia K, Caban K, Rivas LA, et al. Penetrating diaphragmatic injury: accuracy of 64-section multidetector CT with trajectography. *Radiology.* 2013; 268:729-37.
  77. Mirvis S, Shanmuganagthan K. Imaging hemidiaphragmatic injury. *Eur Radiol.* 2007; 17:1411-21.
  78. Shanmuganathan K, Mirvis SE, White CS, Pomerantz SM. MR imaging evaluation of hemidiaphragms in acute blunt trauma: experience with 16 patients. *Am J Roentgenol.* 1996; 167:397-402.
  79. Mandavia DP, Joseph A. Bedside echocardiography in chest trauma *Emerg Med Clin North Am.* 2004; 22(3):601-19.

80. Kim HH, Shin YR, Kim KJ, Hwang SS, Ha HK, Byun JY, et al. Blunt traumatic rupture of the diaphragm: sonography diagnosis. *J Ultrasound Med.* 1997; 16:593-9.
81. Root HD, Hauser CW, McKinley CR, LaFave JW, Mendiola RP Jr. Diagnostic peritoneal lavage. *Surgery.* 1965; 57:633-7.
82. Fischer RP, Beverlin BC, Engrav LH, Benjamin CI, Perry JF Jr. Diagnostic peritoneal lavage: fourteen years and 2,586 patients later *Am J Surg.* 1978; 136(6):701-4.
83. GJ Merlotti, BC Dillon, DA Lange, AP Robin, JA Barrett. Peritoneal lavage in penetrating thoraco-abdominal trauma. *J Trauma.* 1988; 28(1):17-23.
84. Freeman T, Fischer RP. The inadequacy of peritoneal lavage in diagnosing acute diaphragmatic rupture. *J Trauma.* 1976; 16:538-42.
85. Gazzaniga AB, Stanton WW, Bartlett RH. Laparoscopy in the diagnosis of blunt and penetrating injuries to the abdomen. *Am J Surg.* 1976; 131(3):315-8.
86. Ivatury RR, Simon RJ, Weksler B, Bayard V, Stahl WM. Laparoscopy in the evaluation of the intrathoracic abdomen after penetrating injury. *J Trauma.* 1992; 33(1):101-9.
87. Murray JA, Demetriades D, Cornwell EE 3rd, Asensio JA, Velmahos G, Belzberg H, et al. Penetrating left thoracoabdominal trauma: The incidence and clinical presentation of diaphragmatic injuries. *J Trauma.* 1997; 43:624-6.
88. O'Malley E, Boyle E, O'Callaghan A, Coffey JC, Walsh SR. Role of laparoscopy in penetrating abdominal trauma: a systematic review. *World J Surg.* 2013; 37(1):113-22.
89. Ivatury RR, Simon RJ, Stahl WM. A critical evaluation of laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *J Trauma.* 1993; 34(6):822-8.
90. Jackson AM, Ferreira AA. Thoracoscopy as an aid to the diagnosis of diaphragmatic injury in penetrating wounds of the left lower chest: a preliminary report *Injury.* 1976; 7:213-7.
91. Ochsner MG, Rozycki GS, Lucente F, Wherry DC, Champion HR. Prospective evaluation of thoracoscopy for diagnosing diaphragmatic injury in thoracoabdominal trauma: a preliminary report. *J Trauma.* 1993; 34(5):704-10.
92. Berg RJ, Karamanos E, Inaba K, Okoye O, Teixeira PG, Demetriades D. The

- persistent diagnostic challenge of thoracoabdominal stab wounds J Trauma. 2014; 76: 418-23.
93. McDonald AA, Robinson BRH, Alarcon L, Bosarge PL, Dorion H, Haut ER, et al. Evaluation and management of traumatic diaphragmatic injuries: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg. 2018; 85:198-207.
  94. Parreira JG, Rasslan S, Utiyama E. Controversies in the management of asymptomatic patients sustaining penetrating thoracoabdominal wounds. Clinics. 2008; 63(5):695-700.
  95. De Rezende Neto JB, Guimarães TN, Madureira JL Jr, Drumond DA, Leal JC, Rocha A Jr, et al. Non-operative management of right side thoracoabdominal penetrating injuries: the value of testing chest tube effluent for bile. Injury. 2009; 40(5):506-10.
  96. Caiel BA, Neto CS, Junior RS, Saad R Jr. Analysis of natural history of the diaphragmatic injury on the right in mice. Rev Col Bras Cir. 2015; 42:386-92.
  97. Murray JA, Demetriades D, Cornwell EE 3rd, Asensio JA, Velmahos G, Belzberg H, et al. Penetrating left thoracoabdominal trauma: the incidence and clinical presentation of diaphragm injuries J Trauma. 1997; 43(4):624-6.
  98. Friese RS, Coln CE, Gentilello LM. Laparoscopy is sufficient to exclude occult diaphragm injury after penetrating abdominal trauma. J Trauma. 2005; 58:789-92.
  99. Gourin A, Garzon AA: Diagnostic problems in traumatic diaphragmatic hernia. J Trauma. 1974; 4:20-31.
  100. Fallazadeh H, Mays T. Disruption of the diaphragm by blunt trauma: New dimensions of diagnosis. Am Surg. 1975; 41:337-41.
  101. Murray JA, Weng JA, Velmahos G, Demetriades D. Abdominal approach to chronic diaphragmatic hernias: is it safe? Am Surg. 2004; 70:897-900.
  102. Rasiah KK, Crowe PJ Laparoscopic repair of a traumatic diaphragmatic hernia. J endosc Surg. 1995; 5:405-7.
  103. Meyer G, Huttli TP, Hatz RA, Schildberg FW. Laparoscopic repair of traumatic diaphragmatic hernias Surg Endosc. 2000; 14:1010-4.
  104. Koehler RH, Smith RS. Thoracoscopic repair of missed diaphragmatic injury in penetrating trauma: a case report. J Trauma. 1994; 36:424-7.
  105. Plano de desenvolvimento urbano integrado (PDUI). São Paulo. Acesso em

- [2022 Mar 22]. Disponível em: [https://rmc.pdui.sp.gov.br/wp-content/uploads/Relatorio\\_CEDE-UNICAMP\\_Produto2\\_23mar2018\\_rev11\\_05\\_18.pdf](https://rmc.pdui.sp.gov.br/wp-content/uploads/Relatorio_CEDE-UNICAMP_Produto2_23mar2018_rev11_05_18.pdf)
106. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 1989; 29(5):623-9.
  107. Mantovani M, Fraga GP. Avaliação da Gravidade. Escalas do Trauma. In: Freire E. Trauma, a doença dos séculos. São Paulo. Atheneu; 2001. p.403-20.
  108. Moore EE, Malangoni MA, Cogbill T, Shackford SR, Champion HR, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling. IV: thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *J Trauma*. 1994; 36(3):299-300.
  109. 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 Mar; 14(3):187-96.
  110. Fraga GP, Mantovani M, Magna LA. Índices de trauma em pacientes submetidos à laparotomia. *Rev Col Bras Cir*. 2004; 31(5):299-306.
  111. Pomerantz M, Rodgers BM, Sabiston DC Jr. Traumatic diaphragmatic hernia. *Surgery*. 1968; 64(3):529-34.
  112. Lucido JL, Wall CA. Rupture of the diaphragm due to blunt trauma. *Arch Surg*. 1963; 86:989-99.
  113. Aun F, Lourenção JL, Younes RN, Alfieri J Jr, Birolini D, de Oliveira MR. Contribuição ao estudo da história natural e dos fatores de risco das hérnias diafragmáticas traumáticas. *Rev. Hosp Clin Fac Med*. 1982; 37:265-70.
  114. Di Saverio S, Birindelli A, Podda M, Segalini E, Piccinini A, Coniglio C, et al. Trauma laparoscopy and the six W's: Why, where, who, when, what, and how? *J Trauma*. 2019; 86(2) 344-67.
  115. Gourin A, Garzon AA: Diagnostic problems in traumatic diaphragmatic hernia. *J Trauma*. 1974; 4:20-31.
  116. Demetriades D, Hadjizacharia P, Constantinou C, Brown C, Inaba K, Rhee P, et al. Selective nonoperative management of penetrating abdominal solid organ injuries. *Ann Surg*. 2006; 40:620-8.
  117. Choi J, Pan J, Forrester J, Spain D, Browder TD. LAPRA-TY for laparoscopic repair of traumatic diaphragmatic hernia without intracorporeal knot tying. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2019; 4(1):334.

118. Johnson CD. Blunt injuries of the diaphragm. *Br J Surg.* 1988; 75:226-30.
119. Hegarty JM, Bryer JV, Angorn IB, Baker LW. Delayed presentation of traumatic diaphragmatic hernia. *Ann Surg.* 1978; 187:229-33.
120. Barmparas G, Dubose J, Teixeira PGR, Recinos G, Inaba K, Plurad D, et al. Risk factors for empyema after diaphragmatic injury: results of a National Trauma Databank analysis. *J Trauma.* 2009 Jun; 66(6):1672-6.

**ANEXOS**

**Anexo - 01** *Classificação das lesões diafragmáticas desenvolvida pela Associação Americana de Cirurgia do Trauma (AAST).*

| <b>GRAU</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>I</b>    | Hematoma ou contusão                                              |
| <b>II</b>   | Laceração < 2 cm                                                  |
| <b>III</b>  | Laceração > 2 cm e < 10 cm                                        |
| <b>IV</b>   | Laceração ≥ 10 cm com perda de tecido menor que 25cm <sup>2</sup> |
| <b>V</b>    | Laceração com perda de tecido maior que 25cm <sup>2</sup>         |
|             | Avançar um grau se lesões bilaterais (até grau III)               |

**Anexo 02 - Protocolo estabelecido pela Disciplina de Cirurgia do Trauma (DCT) Unicamp para pesquisa sobre pacientes com lesão traumática do diafragma.**

**Disciplina de Cirurgia do Trauma – FCM / Unicamp**

NOME\_\_\_\_\_ SEXO\_\_\_\_\_ IDADE\_\_\_\_\_ HC\_\_\_\_\_

DATA DE ADMISSÃO\_\_\_\_\_

TIPO DE MECANISMO:

FECHADO:

1. ACIDENTE AUTOMOBILÍSTICO
2. ATROPELAMENTO
3. QUEDA
4. ESPANCAMENTO
5. MOTO
6. OUTROS

ABERTO:

1. F.AF
2. F.A.B
3. OUTROS

PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA: \_\_\_\_\_ . RTS: \_\_\_\_\_

HERNIA DIAFRAGMÁTICA: \_\_\_\_\_

ORGÃOS HERNIADOS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO:

1. CLÍNICO
2. RX SIMPLES
3. RX CONTRASTADO
4. TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
5. LAPAROSCOPIA
6. INTRAOPERATORIO

EXAMES COMPLEMENTARES: \_\_\_\_\_

RX SIMPLES: \_\_\_\_\_

ACHADOS: 1. HERNIA

2. PROJÉTIL/BALÍSTICA
3. HEMO/PNEUMOTORAX
4. PNEUMOPERITÔNIO
5. OUTROS: \_\_\_\_\_

RX CONTRASTADO: \_\_\_\_\_ TIPO: \_\_\_\_\_ 1. EED: \_\_\_\_\_

2. ENEMA: \_\_\_\_\_

LAVAGEM PERITONEAL: \_\_\_\_\_ 0. NÃO REALIZADA 2. NEGATIVA

1. POSITIVA

3. INCONCLUSIVA

LAPAROSCOPIA: \_\_\_\_\_

0. NÃO REALIZADA

2. FALSO POSITIVO

1. LESÃO

3. FALSO NEGATIVO

INDICAÇÃO DE CIRURGIA: \_\_\_\_\_ 1. CLÍNICA IMEDIATA 4. L.P.D.  
 2. CLÍNICA TARDIA 5.  
 LAPAROSCOPIA  
 3. RX 6. OUTRAS:  
 \_\_\_\_\_

CIRURGIA: \_\_\_\_ 1. LAPAROTOMIA 2. TORACOTOMIA 3. ASSOCIADAS 4.  
 LAPAROSCOPIA

INTERVALO DE TEMPO ENTRE A ADMISSÃO E A CIRURGIA:

1. MENOS DE 24HRS
2. 1-2 DIAS
3. 2-3 DIAS
4. 3-4 DIAS
5. MAIS DE 4 DIAS:

LESÃO DIAFRAGMÁTICA GRAU: \_\_\_\_\_ LADO: \_\_\_\_ 1. DIREITO  
 2. ESQUERDO  
 3. BILATERAL

LESÃO DE OUTROS ÓRGÃOS: \_\_\_\_\_ QUAIS: \_\_\_\_\_

LESÃO DE OUTROS APARELHOS: \_\_\_\_\_

1. T.C.E
2. FACE
3. PESCOÇO
4. FRATURA DE OSSOS LONGOS
5. FRATURA DE BACIA
6. TRAUMA RAQUIMEDULAR
7. LESÕES EXTERNAS

ATI: \_\_\_\_\_ ISS: \_\_\_\_\_ TRISS: \_\_\_\_\_

COMPLICAÇÕES: A. \_\_\_\_ B. \_\_\_\_ C. \_\_\_\_

1. AUSENTES
2. INFECÇÃO PAREDE
3. ABSCÉSSO INTRABDOMINAL
4. PNEUMONIA
5. EMPIEMA
6. PNEUMOTÓRAX RESIDUAL
7. ATELECTASIA
8. EMBOLIA
9. CHOQUE HIPOVOLÊMICO/ COAGULOPATIA
10. I.T.U.
11. INSUFICIÊNCIA RENAL

12. FÍSTULA PANCREÁTICA
13. FÍSTULA BILIAR
14. OSTEOMIELOITE
15. T.C.E./ ENCEFALOPATIA
16. SEPSE/SIRS
17. I.M.O.S.
18. TROMBOSE
19. OUTRAS

EVOLUÇÃO: 1. ÓBITO 2. ALTA CAUSA MORTIS: \_\_\_\_\_

DIAS DE INTERNAÇÃO:

DIAS DE INTERNAÇÃO EM TERAPIA INTENSIVA:

DIAS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

### **Anexo 03 – Cálculo dos Escores de Trauma**

#### **1. RTS – Revised Trauma Score.**

| Escala de Coma de Glasgow (ECG) | Pressão arterial sistólica (PAS) | Frequência respiratória (FR) | 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     |

$$\text{RTS} = 0.9368 \text{ valor ECG} + 0.7326 \text{ valor PAS} + 0.2908 \text{ valor FR}$$

2. ATI - *Abdominal Trauma Index*.

| Fator de Risco dos Órgãos Intra-abdominais conforme o PATI e ATI |                              |                               |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Órgão lesado                                                     | Fator de Risco Antigo (PATI) | Fator de Risco Revisado (ATI) |
| Pâncreas                                                         | 5                            | 5                             |
| Duodeno                                                          | 5                            | 4                             |
| Cólon                                                            | 4                            | 4                             |
| Fígado                                                           | 4                            | 4                             |
| Grandes Vasos                                                    | 4                            | 5                             |
| Baço                                                             | 3                            | 3                             |
| Rim                                                              | 3                            | 2                             |
| Via biliar extra-hepática                                        | 3                            | 1                             |
| Jejuno e íleo                                                    | 2                            | 1                             |
| Estômago                                                         | 2                            | 3                             |
| Ureter                                                           | 2                            | 2                             |
| Bexiga                                                           | 1                            | 1                             |
| Ossos (inclui bacia)                                             | 1                            | 1                             |
| Vasos Menores                                                    | 1                            | 1                             |
| Diafragma                                                        | 1                            | 1                             |

**ATI = soma de todos os valores de órgãos lesados**

### 3. ISS – *Injury Severity Score*.

| Regiões Anatômicas | Gravidade               | Código AIS (48) |
|--------------------|-------------------------|-----------------|
| Cabeça e Pescoço   | Mínima                  | 1               |
| Face               | Moderada                | 2               |
| Tórax              | Grave sem ameaça à vida | 3               |
| Abdome e Pelve     | Grave com ameaça à vida | 4               |
| Extremidades       | Crítica                 | 5               |
| Externo            |                         |                 |

**ISS = soma do quadrado dos três valores mais altos no máximo em três segmentos diferentes**

**Variação entre mínimo de 1 e máximo de 75**

## Anexo 04 – Aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                 | Arquivo                                       | Postagem               | Autor | Situação |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|-------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1123200.pdf | 04/06/2018<br>13:50:22 |       | Aceito   |

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
**Bairro:** Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887  
**UF:** SP **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br



Continuação do Parecer: 2.692.996

|                                           |                       |                        |                        |        |
|-------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------|
| Parecer Anterior                          | Autorizacao_elcio.pdf | 04/06/2018<br>13:49:57 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | CEP_HERNIA_1.pdf      | 04/06/2018<br>13:47:57 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |
| Parecer Anterior                          | pendencias_cep.pdf    | 01/06/2018<br>02:16:06 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | CEP_HERNIA.pdf        | 01/06/2018<br>02:15:16 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |
| Outros                                    | vinculounicamp.pdf    | 04/05/2018<br>17:05:24 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |
| Folha de Rosto                            | folharosto.pdf        | 04/05/2018<br>17:04:20 | VITOR FAVALI<br>KRUGER | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 05 de Junho de 2018

---

**Assinado por:**  
**Renata Maria dos Santos Celeghini**  
 (Coordenador)