

Aus der  
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie

Direktor: Prof. Dr. med. Jens Werner

***Systematische Behandlung abdomineller Stichverletzungen: High quality treatment in a  
low incidence environment***

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Felix Julius Krendl

aus

Linz

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

|                                                     |                                 |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| Berichterstatter:                                   | Prof. Dr. med. Roland Ladurner  |
| Mitberichterstatter:                                | Prof. Dr. Benno Hartung         |
| Mitbetreuung durch den<br>promovierten Mitarbeiter: | Dr. Maximilian Lerchenberger    |
| Dekan:                                              | Prof. Dr. med. Thomas Gudermann |
| Tag der mündlichen Prüfung:                         | 02.06.2022                      |

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Zusammenfassung</i> .....                                                                       | 6  |
| <i>Abstract</i> .....                                                                              | 7  |
| <i>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</i> .....                                                   | 8  |
| <i>Abkürzungsverzeichnis</i> .....                                                                 | 9  |
| <b>1. Einleitung</b> .....                                                                         | 10 |
| <b>1.1 Begriffsdefinitionen</b> .....                                                              | 10 |
| Trauma .....                                                                                       | 10 |
| Injury Severity Score .....                                                                        | 12 |
| Clavien-Dindo Klassifikation .....                                                                 | 14 |
| <b>1.2 Epidemiologie – high incidence versus low incidence: 3 Länder im Vergleich</b> .....        | 16 |
| <b>1.3 Versorgung penetrierender Abdominaltraumata – Von der Vergangenheit zur Gegenwart</b> ..... | 19 |
| <b>1.4 Diagnostik</b> .....                                                                        | 22 |
| <b>1.5 Grenzen der bildgebenden Diagnostik</b> .....                                               | 23 |
| <b>1.6 Stellenwert der Laparoskopie bei der Versorgung von ASW</b> .....                           | 24 |
| <b>1.7 Zielsetzung</b> .....                                                                       | 25 |
| <b>2 Patienten und Methoden</b> .....                                                              | 26 |
| <b>2.1 Patienten</b> .....                                                                         | 26 |
| <b>2.2 Datenerhebung</b> .....                                                                     | 26 |
| <b>2.3 Statistische Analyse</b> .....                                                              | 27 |
| <b>3 Ergebnisse</b> .....                                                                          | 28 |
| <b>3.1 Allgemeine Daten</b> .....                                                                  | 28 |
| <b>3.2 Diagnostik</b> .....                                                                        | 28 |

|            |                                                   |           |
|------------|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.3</b> | <b>Klinisches Assessment .....</b>                | <b>29</b> |
| <b>3.4</b> | <b>Therapie und Verletzungsmuster.....</b>        | <b>31</b> |
|            | SNOM.....                                         | 31        |
|            | Laparoskopie. ....                                | 32        |
|            | Laparotomie.....                                  | 33        |
| <b>3.5</b> | <b>Operationsdauer .....</b>                      | <b>35</b> |
| <b>3.6</b> | <b>Morbidität und Mortalität .....</b>            | <b>36</b> |
|            | Missed injuries.....                              | 37        |
| <b>3.7</b> | <b>Krankenhausverweildauer.....</b>               | <b>39</b> |
|            | Intensivstation.....                              | 39        |
|            | Gesamtliegedauer .....                            | 39        |
| <b>4</b>   | <b><i>Diskussion</i>.....</b>                     | <b>42</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Studiendesign und Limitationen.....</b>        | <b>42</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Einordnung der Ergebnisse .....</b>            | <b>42</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Bedeutung für die Praxis und Ausblick.....</b> | <b>52</b> |
|            | <i>Literaturverzeichnis</i> .....                 | 54        |
|            | <i>Danksagung</i> .....                           | 64        |
|            | <i>Affidavit</i> .....                            | 65        |
|            | <i>Publikationsliste</i> .....                    | 66        |

### **Meinen Großeltern**

Hedwig und Josef Holzleitner

Erika und Ferdinand Krendl

### **Meinen Eltern**

Gerhild und Peter Krendl

## **Zusammenfassung**

Abdominelle Stichverletzungen stellen in Deutschland eine seltene Entität dar und bringen deshalb besondere Herausforderungen bezüglich Diagnostik und Therapie mit sich. Behandlungsalgorithmen können hier hilfreich sein, da sie die Entscheidungsfindung in zeitkritischen Situationen erleichtern und ein standardisiertes Vorgehen erlauben. Bis in die 1960er Jahre war die explorative Laparotomie der Goldstandard bei der Behandlung des penetrierenden Abdominaltraumas. Nicht-therapeutische Laparotomieraten von über 60% führten jedoch zur Etablierung konservativer Behandlungskonzepte (*selective conservatism*). Ziel bei der Behandlung von abdominellen Stichverletzungen ist es, nicht-therapeutische Laparotomien zu vermeiden und gleichzeitig keine Verletzungen zu übersehen beziehungsweise keine größeren Verzögerungen bei Diagnostik und Therapie in Kauf zu nehmen. Während über die Indikationen zur explorativen Laparotomie weitgehend Einigkeit herrscht, besteht über Rolle der Laparoskopie weiterhin Unklarheit. Viele Arbeiten in der Literatur zu diesem Thema stammen aus den USA oder Südafrika. Eine unkritische Übertragung dieser Daten auf den deutschsprachigen Raum scheint nicht gerechtfertigt. Ziel der vorliegenden Promotionsarbeit ist es, im Rahmen einer retrospektiven Outcomeanalyse die Behandlungsverläufe nach abdominellen Stichverletzungen (Abdominal Stab Wounds, ASWs) am Universitätsklinikum der LMU München zu evaluieren und einen Behandlungsalgorithmus abzuleiten. Die Ergebnisse der Arbeiten liefern Hinweise darauf, dass die primäre Laparoskopie beim hämodynamisch stabilen Patienten mit abdominellen Stichverletzungen im „low incidence setting“ sicher anzuwenden ist. Der vorgeschlagene Behandlungsalgorithmus spiegelt diese Erkenntnisse wider und soll behandelten Kollegen als Leitfaden dienen. Dadurch soll die Rate an nicht-therapeutischen Laparotomie geringgehalten werden, ohne dass vermehrt Verletzungen übersehen werden, um das bestmögliche Outcome für den Patienten zu gewährleisten.

## Abstract

Abdominal stab wounds (ASWs) are a rare clinical entity in Germany making diagnosis and therapy challenging for the treating physicians and surgeons. Algorithms may help by allowing a standardized approach to complex issues in time sensitive situations. Laparotomy was mandatory for patients with penetrating abdominal injuries until the 1960s. Non-therapeutic laparotomy rates of up to 60% made Shafstam question this approach and he subsequently introduced the concept of *selective conservatism*. When treating patients with ASWs the goal is to minimize non-therapeutic laparotomies without missing injuries or delaying the time to definitive surgical repair. Nowadays the role of laparotomy in managing patients with ASWs is well defined. However, the role of laparoscopy in treatment of ASW still remains a matter of debate. A lot of the published literature on the issue stems from the USA or South Africa, both countries displaying a high incidence of penetrating trauma. Therefore, the goal of this retrospective single center study is to evaluate different surgical approaches regarding the management of ASWs at the LMU University Hospital and to generate a treatment algorithm based on the results. The results of this study indicate that laparoscopy is safe to perform in patients with ASWs in a low incidence environment if the patient is hemodynamically stable upon arrival at the hospital. In summary, patients without hemodynamic instability, evisceration or peritonitis can safely undergo laparoscopy. Primary laparotomy should be reserved for patients who are hemodynamically unstable. Based on the observations made in this study a treatment algorithm has been proposed. The algorithm shall guide colleagues when encountering patients with ASWs. It is the hope of the author that by following this algorithm the rates of non-therapeutic laparotomies will decrease without an increase in missed injuries, leading to better patient outcomes overall.

## **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1. Anatomische Lokalisationen an denen Scher- und Dehnungskräfte auftreten. | 11 |
| Abbildung 2. Einfluss des ISS auf die Mortalität. ....                                | 14 |
| Abbildung 3. Operationsdauer. ....                                                    | 35 |
| Abbildung 4. 30-Tages Überlebenswahrscheinlichkeit. ....                              | 38 |
| Abbildung 5. Gesamtliegedauer.....                                                    | 40 |
| Abbildung 6. Behandlungsalgorithmus. ....                                             | 51 |
|                                                                                       |    |
| Tabelle 1. Intrabdominelle Fixierungspunkte und Übergangszonen. ....                  | 11 |
| Tabelle 2. Clavien-Dindo Klassifikation. ....                                         | 15 |
| Tabelle 3. Patientencharakteristika .....                                             | 30 |
| Tabelle 4. Verletzungsmuster. ....                                                    | 34 |



## Abkürzungsverzeichnis

|            |                                                                                            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACLS ..... | <i>Advanced Cardiac Life Support</i>                                                       |
| ACS.....   | <i>American College of Surgeons</i>                                                        |
| AIS .....  | <i>Abbreviated Injury Scale</i>                                                            |
| ASW.....   | <i>Abdominal Stab Wound</i>                                                                |
| ATLS.....  | <i>Advanced Trauma Life Support</i>                                                        |
| CT .....   | <i>Computertomographie</i>                                                                 |
| DPL .....  | <i>Diagnostische Peritoneallavage</i>                                                      |
| FAST.....  | <i>Focused Assessment with Sonography in Trauma</i>                                        |
| ICD-10 ..  | <i>International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems-10</i> |
| ISS.....   | <i>Injury Severity Score</i>                                                               |
| LMU.....   | <i>Ludwig-Maximilians-Universität</i>                                                      |
| LWE.....   | <i>Lokale Wundexploration</i>                                                              |
| MSCT.....  | <i>Mehrschicht-Spiral-Computertomographie</i>                                              |
| SNOM.....  | <i>Selektives nicht-operatives Management</i>                                              |
| SOPs.....  | <i>Standard Operating Procedures</i>                                                       |
| WHO .....  | <i>World Health Organisation</i>                                                           |

## 1. Einleitung

### 1.1 Begriffsdefinitionen

**Trauma.** Das Wort „Trauma“ stammt vom altgriechischen „τραύμα“ und bedeutet „Wunde“. In der somatischen Medizin bezeichnet der Begriff einen durch eine akute äußere Einwirkung entstandenen, körperlichen Schaden (Verletzung) mit Zerstörung von Gewebsstrukturen und Funktionsstörung.<sup>1</sup>

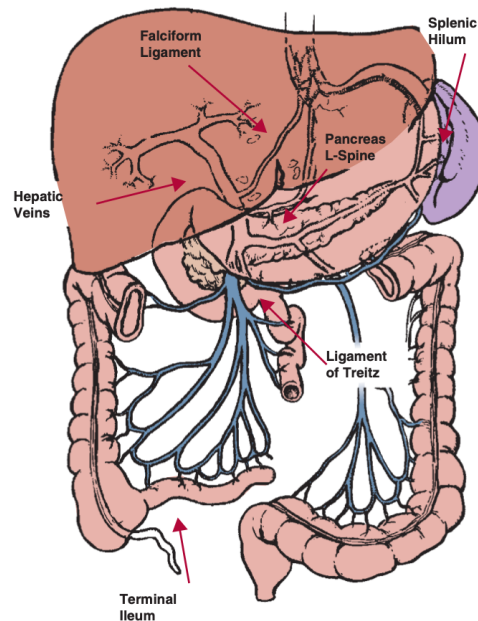
Anhand des Verletzungsmechanismus können Verletzungen in stumpfe und penetrierende Verletzungen eingeteilt werden. So sind beispielsweise Verkehrsunfälle oder ein Sturz aus großer Höhe klassischerweise mit stumpfem Trauma assoziiert. Verletzungsmechanismen hierbei sind einerseits Dezelerationsverletzungen sowie andererseits direkte Kompressionsverletzungen.<sup>2</sup> Bei der Dezelerationsverletzung treten Scherkräfte beziehungsweise Dehnungskräfte auf, wobei hierfür ein sogenannter Fixierungspunkt notwendig ist.<sup>3</sup> Die Scher- und Dehnungskräfte setzen an jenen Punkten an, wo eine fixierte anatomische Struktur in eine mobile übergeht. Genau in diesen anatomischen Regionen kommt es dann in Folge bevorzugt zu Verletzungen.<sup>4-7</sup> Tabelle 1 und Abbildung 1 geben einen Überblick über intraabdominelle Fixierungspunkte beziehungsweise jene Übergangszonen, wo fixierte in mobilen Strukturen übergehen, an denen Scherkräfte entstehen und Verletzungen häufig sind.<sup>4</sup> Durch direkte Kompression einer mit Gas beziehungsweise Flüssigkeit gefüllten tubulären Struktur (z.B. Dünn- und Dickdarm) von außen kann es zur Ausbildung eines massiven Überdrucks mit konsekutiver Hohlorganruptur kommen.<sup>4-7</sup> Entsprechend sind die Milz gefolgt von Leber-, Dünn- und Dickdarm im Rahmen von stumpfen Abdominaltraumata die am häufigsten verletzten Organe.<sup>8</sup>

**Tabelle 1. Intrabdominelle Fixierungspunkte und Übergangszonen.**

| Fixierungspunkt/Übergangszone             | Betroffene Organe       |
|-------------------------------------------|-------------------------|
| Ligamentum falciforme hepatis, Lebervenen | Leber                   |
| Milzhilus                                 | Milz                    |
| Treitz'sches Ligament                     | Duodenum, Jejunum       |
| Ileocöcaler Übergang                      | Terminales Ileum, Zökum |

Übersicht über die anatomischen Übergangszonen, an denen Scher- und Dehnungskräfte ansetzen. Modifiziert nach Mattox et al.<sup>4</sup>

**Abbildung 1. Anatomische Lokalisationen, an denen Scher- und Dehnungskräfte auftreten.**



Grafische Darstellung jener anatomischen Lokalisationen, an denen fixierte Strukturen in mobile übergehen und wo Scher- und Dehnungskräfte ansetzen. Modifiziert nach Mattox et al.<sup>4</sup>

Schuss- und Stichverletzungen haben penetrierende Verletzungen zur Folge. Der Verletzungsmechanismus besteht in diesem Fall in einer direkten Gewalteinwirkung auf einen definierten Bereich. Dabei können Schussverletzungen hinsichtlich des

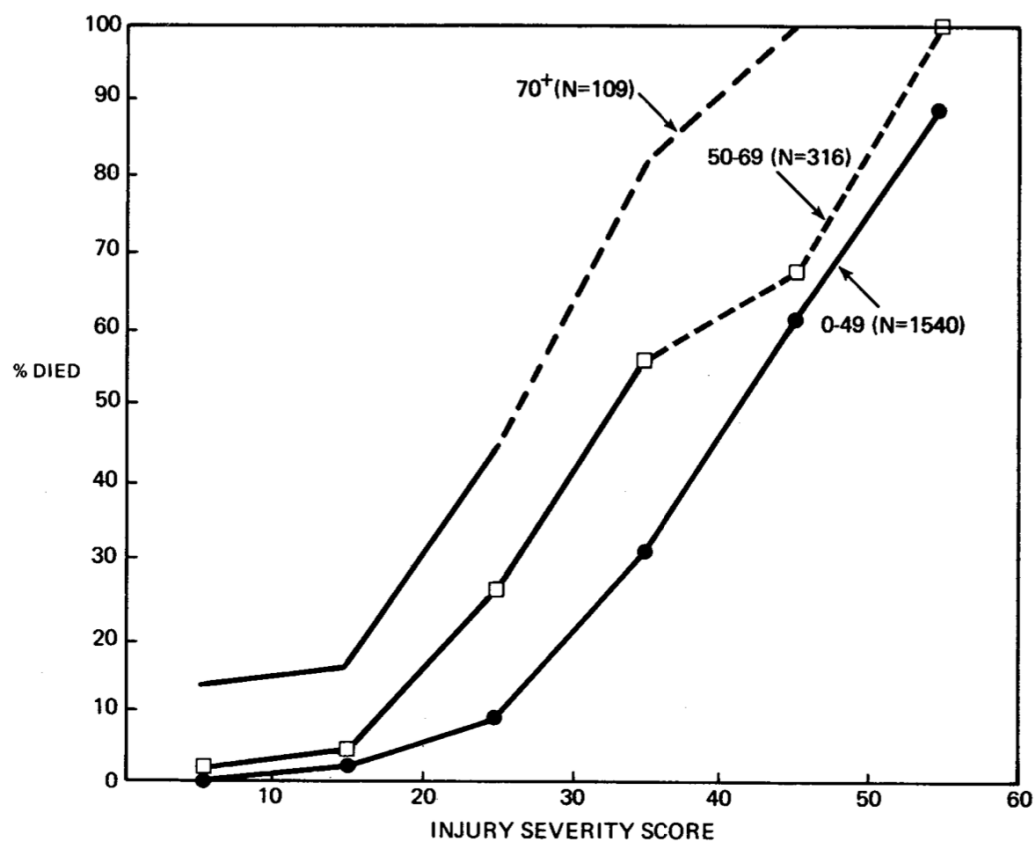
Verletzungsmechanismus nur bedingt mit Stichverletzungen verglichen werden. Bei Schussverletzungen entsteht das Trauma durch die vom Projektil erzeugte Druckwelle, die Verformung und Fragmentierung des Projektils sowie letztendlich durch die Transferierung von Energie an das umliegende Gewebe.<sup>4, 9</sup> Die Menge an Energie, die an das Gewebe abgegeben wird, ist abhängig von der Masse sowie der Geschwindigkeit des Projektils. Außerdem spielen die Dichte des betroffenen Gewebes und die Frontfläche des Projektils eine entscheidende Rolle. Ist das Gewebe dichter und die Frontfläche größer, so wird beim Auftreffen des Projektils mehr Energie abgegeben was in der Regel zu schwereren Verletzungen führt.<sup>9</sup> Bei Stichverletzungen ist die übertragene Energie an das betroffene Gewebe in der Regel geringer als bei Schussverletzungen. Druckwellen spielen, im Gegensatz zur Schussverletzung, keine bedeutende Rolle als Teil des Verletzungsmechanismus. Ähnlich wie bei der Schussverletzung sind jedoch die Form und Wucht sowie die anatomische Lokalisation, an der das penetrierende Objekt (Messer oder andere spitze Gegenstände) auf das Gewebe trifft, jene Faktoren, die darüber entscheiden, wie viel kinetische Energie an das betroffene Gewebe abgegeben wird.<sup>4, 9</sup>

Beim penetrierenden Abdominaltrauma ist, aufgrund seiner exponierten und zentralen Lage, der Dünndarm am häufigsten betroffen.<sup>10</sup> Weiterhin treten in abnehmender Häufigkeit Läsionen von Dickdarm, Leber, Zwerchfell, Magen, Nieren, Milz und Bauchspeicheldrüse auf.<sup>10, 11</sup>

**Injury Severity Score.** Mit Hilfe des erstmals 1974 publizierten Injury Severity Score (ISS) lässt sich die Schwere einer beziehungsweise die Kombination mehrerer Verletzungen klassifizieren. Dabei wird die Verletzungsschwere definierter Regionen (werden dann aufgezählt) nach einem standardisierten Scoringssystem (keine Verletzung bis nicht überlebbar) bewertet. Somit können traumatisierte Patienten entsprechend ihres ISS stratifiziert und verglichen werden. Der ISS vergibt Punkte zwischen 0 und 75 und basiert auf

der Abbreviated Injury Scale (AIS). Mit zunehmendem ISS steigt die Wahrscheinlichkeit des Patienten an den Folgen seiner Verletzungen zu versterben. Dabei spielt auch das Alter des Patienten eine entscheidende Rolle. Ältere Patienten haben, bei gleichem ISS, ein höheres Risiko zu versterben als junge Patienten.<sup>12</sup> Abbildung 2 zeigt das Mortalitätsrisiko in Abhängigkeit des ISS für drei Patientengruppen unterschiedlichen Alters.

**Abbildung 2.** Einfluss des ISS auf die Mortalität.



Die traumabedingte Mortalität in Abhängigkeit des ISS, dargestellt für drei verschiedene Altersgruppen (< 50 Jahre, 50-69 Jahre, > 69 Jahre). Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass mit höherem Alter und höherem ISS das Risiko zu versterben zunimmt. Modifiziert nach Baker et al.<sup>12</sup>

**Clavien-Dindo Klassifikation.** Clavien und Dindo haben 2004 ein System zur Klassifizierung postoperativer Komplikationen vorgelegt (Tabelle 2).<sup>13</sup> Diese Klassifikation erlaubt eine einfache und reproduzierbare Einteilung von postoperativen Komplikationen.<sup>14</sup> Dadurch werden vergleichende Analysen hinsichtlich postoperativen Outcome ermöglicht.

---

**Tabelle 2.** Clavien-Dindo Klassifikation.

| Grad | Definition                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I    | Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit von pharmakologischen, chirurgischen, endoskopischen oder radiologischen Interventionen.<br>Erlaubte Behandlungsoptionen: Antiemetika, Antipyretika, Analgetika, Diuretika, Elektrolyte und Physiotherapie; |
| II   | Pharmakologische Behandlung mit anderen als für Grad I erlaubten Medikamenten.                                                                                                                                                                                                     |
| III  | Komplikationen mit chirurgischem, endoskopischem oder radiologischem Interventionsbedarf.                                                                                                                                                                                          |
| IIIa | Interventionen ohne Allgemeinanästhesie.                                                                                                                                                                                                                                           |
| IIIb | Interventionen mit Allgemeinanästhesie.                                                                                                                                                                                                                                            |
| IV   | Lebensbedrohliche Komplikationen, die einer intensivmedizinischen Behandlung bedürfen.                                                                                                                                                                                             |
| IVa  | Dysfunktion eines Organs.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| IVb  | Multiorgandysfunktion.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| V    | Tod des Patienten.                                                                                                                                                                                                                                                                 |

---

Übersicht über die Clavien-Dindo Klassifikation. Modifiziert nach Dindo et al.<sup>13</sup>

---

## **1.2 Epidemiologie – high incidence versus low incidence: 3 Länder im Vergleich**

Trauma stellt in der westlichen Welt die führende Todesursache in der Gruppe der 1- bis 45-Jährigen dar.<sup>15-17</sup> Laut WHO sind 10% aller Todesfälle weltweit auf Traumafolgen zurückzuführen. Weltweit gesehen liegt die traumabedingte Mortalität bei 84 pro 100 000 Einwohnern.<sup>18-20</sup> In den USA sterben pro Jahr 199 800 Menschen an den Folgen von Verletzungen. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung entspricht das 62 Personen pro 100 000 Einwohnern.<sup>15, 21</sup> In Südafrika liegt die traumabedingte Mortalität bei 109 pro 100 000 Einwohnern, in Deutschland bei 40 pro 100 000 Einwohnern.<sup>22-24</sup> In absoluten Zahlen entspricht das in etwa 32 000 Personen, die jährlich in Deutschland an Traumafolgen versterben.<sup>23</sup>

In den USA wurden die Ausgaben für die medizinische Behandlungen und verlorene Erwerbstätigkeit durch Trauma im Jahr 2013 mit 671 Milliarden Dollar bezeichnet.<sup>15</sup> Deutschland gibt pro Jahr in etwa 12 Milliarden Euro oder fast 4.9% der gesamten Gesundheitsausgaben für die Behandlung von Traumapatienten aus. Nicht berücksichtigt sind hierbei die in Folge verlorenen Erwerbstätigkeitsjahre.<sup>23, 25</sup> Für Südafrika liegen keine belastbaren Zahlen vor. Jedoch scheint die ökonomische Belastung durch traumatische Ereignisse und deren Folgen in Niedrig- und Mitteleinkommensländern verhältnismäßig höher zu sein als beispielsweise in Deutschland.<sup>26</sup>

Diese Zahlen verdeutlichen: Verletzungen und deren Folgen sind ein globales Problem, welches Länder wie Deutschland, die USA und Südafrika in unterschiedlichem Ausmaß beschäftigt. Die drei Länder unterscheiden sich jedoch nicht nur wesentlich hinsichtlich des Verletzungsaufkommens, sondern auch was die Verletzungsmechanismen betrifft.

In Südafrika überwiegen penetrierende Verletzungen im Vergleich zu stumpfen Verletzungen.<sup>17, 27</sup> Landesweite Zahlen, was das Verhältnis von penetrierenden zu stumpfen Verletzungen betrifft, waren für Südafrika nicht zu erheben. In der Literatur finden sich jedoch



regionale Angaben. Zahlen aus Pietermaritzburg, der Hauptstadt der Provinz KwaZulu-Natal im Osten des Landes, zeigen, dass etwa 30% bis 40% des Traumaaufkommens auf penetrierende Verletzungen zurückzuführen ist. In circa 85% aller penetrierenden Traumata waren Stichverletzungen ursächlich. Das Abdomen war in etwa 20% aller Stichverletzungen betroffen.<sup>27, 28</sup> Für Durban, nach Johannesburg und Kapstadt die drittgrößte Stadt Südafrikas und ebenfalls in der Provinz KwaZulu-Natal gelegen, finden sich ähnliche Zahlen. Allerdings war in Durban der Anteil der Schussverletzungen an den penetrierenden Traumata mit 65% höher.<sup>29</sup> In Johannesburg, in der Provinz Gauteng gelegen und mit über 4,4 Millionen Einwohnern die größte Stadt Südafrikas<sup>30</sup>, sind 55% aller Traumata penetrierenden Ursprungs.<sup>31</sup> Insgesamt lässt sich festhalten, dass penetrierende Verletzungen in Südafrika einen vergleichsweise hohen Anteil am gesamten Traumaufkommen ausmachen.

Für die USA finden sich in der Literatur Angaben, wonach landesweit bis zu 20% aller Traumata penetrierend sind.<sup>20, 32</sup> Dabei bestehen durchaus auch regionale Unterschiede.<sup>33</sup> In den USA ist das Verhältnis zwischen Stich- und Schussverletzungen mit jeweils ungefähr 50% am Gesamtanteil penetrierender Verletzungen ausgewogen.<sup>32, 34</sup>

Im Gegensatz dazu stellen penetrierende Verletzungen in Deutschland eine Seltenheit dar. Über 90% aller Verletzungen entstehen durch stumpfe Verletzungsmechanismen.<sup>23</sup> Etwa die Hälfte aller schwerverletzten Traumapatienten sind Unfallopfer aus dem Straßenverkehr. Damit stehen Unfälle im Straßenverkehr an Platz eins der Verletzungsursachen gefolgt von den Verletzungsbildern „Sturz aus niedriger Höhe“ und „Sturz aus großer Höhe“ auf den Plätzen zwei und drei.<sup>17, 35</sup> Diese Verletzungsursachen gehen klassischerweise mit stumpfen Traumata einher. Etwa 5% bis 7% aller Traumata in Deutschland haben penetrierenden Charakter.<sup>17, 36, 37</sup> Deutschland gilt damit, im Vergleich zu den USA und Südafrika, als absolutes „low incidence“ Land, was penetrierende Verletzungen betrifft. Ein Drittel aller penetrierenden Verletzungen sind auf Stichverletzungen zurückzuführen. Das Abdomen ist in

circa 30% aller Stichverletzungen betroffen und steht damit nach thorakalen Stichverletzungen an zweiter Stelle.<sup>36</sup>

Die Betrachtung des Verletzungsmechanismus und die Einteilung in stumpfe und penetrierende Verletzungen sowie die Unterteilung penetrierender Verletzungen in Schuss- und Stichverletzungen ist insofern von Bedeutung, als sie Auswirkung auf Diagnostik, Therapie und Prognose hat.<sup>38, 39</sup> Um hohe Standards bei der Versorgung von Traumapatienten zu gewährleisten, ist eine gewisse Routine im Umgang erforderlich. Die Gründung von Traumazentren zur Bündelung von Ressourcen und Expertise hat sich dahingehend bewährt. Eine Studie aus den USA konnte zeigen, dass die Behandlung traumatisierter Patienten in spezialisierten Traumazentren die Mortalität verringert.<sup>40</sup> Erstmals 1925 von Lorenz Böhler in Österreich eingeführt, hat sich dieses Konzept nach und nach durchgesetzt. In den USA wurden Mitte der 1960er Jahre die ersten zivilen Traumazentren eröffnet und auch in Deutschland entstanden in den 1970er Jahren unter dem Einfluss von Harald Tscherne designierte Traumazentren. Seither ist die Traumamortalität um 60% gesunken und Deutschland hat heutzutage eines der besten Traumasysteme Europas mit exzellenten präklinischen und klinischen Versorgungseinrichtungen.<sup>41-43</sup>

Das American College of Surgeons (ACS) legt für Level I Traumazentren Fallzahlen fest, die für ausreichende Erfahrung und Expertise sorgen sollen. Es besteht außerdem die Empfehlung des ACS seltene Verletzungsmuster in diesen spezialisierten Zentren zu behandeln, um eine adäquate Versorgung dieser Patienten sicherzustellen.<sup>44</sup> Nun sind für das Abdominaltrauma im Allgemeinen und die abdominellen Stichverletzungen im Speziellen keine genauen Zahlen festgelegt. Bei der in Deutschland geringen Inzidenz ist jedoch davon auszugehen, dass selbst in den Level I Traumazentren, von denen es in Deutschland 118 Stück gibt,<sup>45, 46</sup> die Fallzahlen nicht groß genug sind, um eine sichere Routine im Umgang mit diesem Krankheitsbild zu entwickeln. Mangelnde Routine kann zu Unsicherheit in der Behandlung

führen. Besonders in akuten Stresssituationen und bei teils zeitkritischen Interventionen im Rahmen der notfallmedizinischen Versorgung haben sich Algorithmen und ein strukturiertes Vorgehen bewährt. Als Beispiele seien hier Advanced Cardiac Life Support (ACLS) und Advanced Trauma Life Support (ATLS) angeführt. Sie geben in der Notfallsituation einen standardisierten Ablauf vor, anhand dessen sich der behandelnde Arzt orientieren kann. Auch in der S3-Leitlinie „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie wird das Festlegen sogenannter Standard Operating Procedures (SOPs) empfohlen, da sie nachweislich zu einer Verbesserung der Überlebenschancen führen.<sup>47</sup>

Für die Behandlung penetrierender Abdominaltraumata beziehungsweise abdominaler Stichverletzungen gibt es gewisse Vorgaben.<sup>48-51</sup> So besteht prinzipiell Einigkeit, was die Indikationen zur explorativen Laparotomie betrifft. So sollten alle hämodynamisch instabilen Patienten, Patienten mit Eviszation oder Peritonitis primär laparotomiert werden. Weniger klar definiert ist die Rolle des selektiven nicht-operativen Managements (SNOM) sowie der laparoskopischen Chirurgie. Ihr Einsatz im Umgang mit Traumapatienten, insbesondere solchen mit penetrierendem Verletzungsmuster, wird weiterhin kontrovers diskutiert.<sup>49-51</sup>

### **1.3 Versorgung penetrierender Abdominaltraumata – Von der Vergangenheit zur Gegenwart**

Bereits Hippokrates, Celsus und Galen beschäftigten sich mit der Behandlung von abdominalen Verletzungen. Galen vertrat die Ansicht, dass, sollte es nicht gelingen Darmeviszationen durch den bestehenden Defekt zu reponieren, die Wunde erweitert werden muss, um den betroffenen Darmabschnitt wieder nach intraperitoneal verlagern zu können.<sup>52,</sup>

<sup>53</sup> Celsus empfahl die chirurgische Versorgung bei Eviszation von Dickdarm mit anschließend schichtweisem Verschluss der Bauchdecke und publizierte diese Empfehlungen bereits im ersten Jahrhundert nach Christus, während Hippokrates schon im fünften

Jahrhundert vor Christus feststellte, dass eine Eviszeration von Omentum durch eine abdominelle Wunde unweigerlich zum Tode führt.<sup>52, 53</sup> Damit sind frühzeitig grundlegende Prinzipien der Traumachirurgie beschrieben, die zum Teil bis heute Gültigkeit haben.

Im 19. Jahrhundert beschrieb der französische Militärarzt Jean Baudens ein diagnostisches Manöver, bei dem er seinen Finger durch die abdominellen Wunde einbringt, um Blut oder Darminhalt zu detektieren. War die Untersuchung unauffällig, so riet Baudens von einer Laparotomie Abstand zu nehmen.<sup>52</sup> Baudens beschrieb hier also ein Manöver, das in der heutigen Zeit wohl einer Kombination aus lokaler Wundexploration (LWE) und diagnostischer Peritoneallavage (DPL) entsprechen würde.

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Patienten mit abdominellen Traumata nicht standardmäßig laparotomiert.<sup>52</sup> Erst mit der Implementierung valider Narkoseverfahren wurden größere beziehungsweise länger dauernde chirurgische Eingriffe überhaupt möglich.<sup>54</sup> Die erste formale Traumalaparotomie hat Albert G. Walter, ein deutscher Chirurg, 1859 in Pittsburgh vollzogen.<sup>52, 55-57</sup> In Folge hat sich die aggressive chirurgische Exploration bei abdominellen Traumata zunehmend durchgesetzt.<sup>52</sup> Erfahrungswerte der Kriegschirurgie aus dem Ersten und Zweiten Weltkrieg und die Beobachtung, dass das konservative Management intraperitonealer Verletzungen mit einer hohen Letalität einhergeht, haben zum Dogma der verpflichtenden Laparotomie geführt.<sup>58, 59</sup>

Bis in die sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts galt die verpflichtende Laparotomie bei penetrierenden Abdominaltraumata als Goldstandard.<sup>49</sup> Bis zu 60% dieser Laparotomien stellten sich jedoch als unnötige, nicht therapeutische Eingriffe heraus.<sup>58, 59</sup> 1995 konnten Renz et al. zeigen, dass 41% der Patienten, die unnötigerweise einer Laparotomie unterzogen worden waren, in Folge postoperative Komplikationen entwickelten. Als Komplikationen wurden in dieser Arbeit Atelektasen (16%), postoperativer Hypertonus (11%), Pleuraerguss (10%), Pneumothorax (5%), paralytischer Ileus (4%), Pneumonie (4%), Wundinfektionen (3%),

mechanischer Ileus (2%) sowie Infektionen des Urogenitaltrakts (2%) aufgeführt.<sup>60</sup> Publikationen aus der jüngeren Vergangenheit berichten von Komplikationsraten um 10% nach nicht-therapeutischen Laparotomien.<sup>61-63</sup> Nicht angeführt in diesen Arbeiten ist allerdings die Inzidenz von Spätkomplikationen wie zum Beispiel Narbenhernien oder adhäsionsbedingten Darmpassagestörungen bis hin zum mechanischen Ileus. Aus multizentrischen Studien weiß man, dass die Inzidenz von Narbenhernien nach medianer Laparotomie etwa 22% beträgt.<sup>64</sup> Eine Übersichtsarbeit von Barmparas et al. zeigt, dass 2% der Patienten nach nicht-therapeutischer Laparotomie im Verlauf einen mechanischen Ileus entwickeln.<sup>65</sup> Patienten, die eine nicht-therapeutische Laparotomie erhalten, verbringen damit unnötig längere Zeit im Krankenhaus, werden dem Risiko potentieller Komplikationen ausgesetzt und tragen zu einer zusätzlichen finanziellen Belastung des Gesundheitssystems bei.<sup>48, 60, 66-70</sup> Es gilt deshalb, nicht-therapeutische Laparotomien, auch im Sinne des ärztlichen Leitspruchs „primum non nocere“, unbedingt zu vermeiden.

Shaftan war mit einer richtungsweisenden Publikation, welche er 1960 veröffentlichte, der Erste, der die Diktion der verpflichtenden Laparotomie bei penetrierenden Abdominaltraumata in Frage stellte.<sup>58</sup> Er analysierte 180 Patienten mit Abdominaltraumata (davon 63% mit penetrierendem Verletzungsmechanismus). Indikationen für ein operatives Vorgehen waren Anzeichen eines Peritonismus (Druck- und Loslassschmerz, Abwehrspannung und reduzierte beziehungsweise nicht-vorhandene Darmgeräusche). Zwei Patienten verstarben, bevor sie klinisch evaluiert werden konnten, 125 Patienten wurde nicht-operativ versorgt und 53 Patienten wurden operiert. Dabei zeigten sich bei 40 Patienten behandlungsbedürftige Verletzungen, während bei 13 Patienten keine behandlungsbedürftigen, intraabdominellen Verletzungen festzustellen waren. Das entspricht einer nicht-therapeutischen Laparotomierate von 25%. Bei neun Patienten hätte eine nicht-therapeutische Laparotomie vermieden werden können, wenn sich die behandelten Chirurgen strikt an die

zuvor genannten Indikationen für die chirurgische Exploration gehalten hätten. Acht der 53 operierten Patienten verstarben postoperativ. Ein Patient aus der nicht-operativen Gruppe verstarb, allerdings an einem Subduralhämatom und nicht im Zusammenhang mit der nicht stattgefundenen chirurgischen Exploration. Zwanzig Patienten der nicht-operativen Gruppe entwickelten eine febrile Episode und zwei Patienten einen oberflächlichen Wundinfekt. Ansonsten wurde keine weitere Morbidität und Mortalität in dieser Behandlungsgruppe beobachtet. Shaftan konnte somit zeigen, dass die serielle körperliche Untersuchung und klinische Beobachtung der Patienten wichtiger für die sichere Patientenversorgung und chirurgische Indikationsstellung sind als veraltete chirurgische Dogmen. Auf Basis seiner Analyse schlug er deshalb die Versorgung penetrierender Abdominaltraumata basierend auf der klinischen Evaluation des Patienten vor (*selective conservatism*).<sup>58</sup> 1969 publizierten Nances und Cohen eine Arbeit, in der sie dieses Konzept mit Erfolg bei der Behandlung abdomineller Stichverletzungen zur Anwendung brachten.<sup>59</sup> Auch in Südafrika kam das von Shaftan vorgeschlagene Behandlungskonzept früh erfolgreich zur Anwendung, wie eine Arbeit aus dem Baragwanath Hospital aus dem Jahre 1968 zeigt.<sup>71, 72</sup> Seither hat der von Shaftan vorgeschlagene *selective conservatism* beziehungsweise das SNOM als Behandlungskonzept im Umgang mit penetrierenden Abdominaltraumata an Akzeptanz gewonnen und wurde in zahlreichen Publikationen evaluiert.<sup>48, 73-78</sup>

Bedenken an einem primär konservativen Vorgehen und einer damit einhergehend verzögerten Diagnosestellung und Therapie führten zur Entwicklung von neuen Ansätzen wie der LWE mit anschließend seriellen klinischen Untersuchungen und der DPL.

#### **1.4 Diagnostik**

Mit Hilfe einer LWE kann im günstigsten Fall der Ausschluss einer Faszienpenetration gelingen beziehungsweise die Frage der Intaktheit des Peritoneums geklärt werden. 50-75% aller abdominellen Stichverletzungen führen zu einer Verletzung des Peritoneums und in etwa

der Hälfte der Fälle bestehen intraabdominelle Verletzungen, die einer operativen Versorgung bedürfen.<sup>49</sup> Mit der lokalen Wundexploration alleine lässt sich noch keine Aussage über das Vorliegen intraabdomineller Organverletzungen treffen.<sup>79</sup> Selbst nach positiver LWE wurden negative Laparotomieraten von 30% bis 50% berichtet.<sup>80</sup> Die Notwendigkeit einer potentiell therapeutischen Operation lässt sich daher anhand einer positiven LWE nicht ableiten. Die DPL ist eine weitere diagnostische Modalität, die in der Traumachirurgie viele Jahre eine prominente Rolle spielte. Nachteile sind vor allem die hohe Sensitivität und damit die Detektion von Verletzungen mit fraglicher klinischer Relevanz. Der routinemäßige Einsatz der DPL führte daher zu einer relevanten Anzahl an nicht-therapeutischen Laparotomien (hohe falsch-positiv Rate).<sup>81, 82</sup> Heutzutage ist die DPL nur noch in Ausnahmefällen indiziert.<sup>47</sup>

In den 1990iger Jahren fanden zunehmend technologiebasierte Methoden wie die Ultraschalluntersuchung und die Computertomographie (CT) Einzug in den diagnostischen Algorithmus bei der Behandlung von traumatisierten Patienten.<sup>49, 82-84</sup> Beide sind bis heute fixe Bestandteile im klinischen Alltag und finden sich auch in gängigen Algorithmen wie zum Beispiel ATLS und auch der S3 Leitlinie Polytrauma wieder.<sup>47, 85</sup> Für die Versorgung penetrierender Abdominaltraumata ist die Aussagekraft dieser beiden bildgebenden Modalitäten hinsichtlich der weiteren klinischen Entscheidungsfindung jedoch beschränkt.

## **1.5 Grenzen der bildgebenden Diagnostik**

Mit Hilfe der standardisierten Ultraschalluntersuchung (Focused Assessment with Sonography for Trauma) können Aussagen über das Vorhandensein freier intraabdomineller Flüssigkeit getroffen werden. Diese Information ist als indirekter Marker für das Vorliegen intraabdomineller Verletzungen zu werten. Ein weiterer Behandlungsauftrag lässt sich daraus allein jedoch nicht ableiten. Das Einsatzgebiet der FAST Untersuchung ist vor allem präoperativ im Rahmen der Schockraumversorgung von hämodynamisch instabilen Patienten,

da sie ohne großen Zeitverlust parallel zu der initialen Untersuchung (*primary survey*) erfolgen kann. Die Untersuchung ist dabei als Tool zur Detektion unmittelbar operativ behandlungsbedürftiger Verletzungen, nicht jedoch zum Ausschluss ebensolcher vorgesehen.<sup>86, 87</sup> Beim hämodynamisch stabilen Patienten, der einer Computertomographie zugeführt werden kann, ist der Informationsgewinn durch die FAST Untersuchung gering.<sup>48, 88, 89</sup>

Die Computertomographie hat über die letzten Jahrzehnte durch ständige technische Verbesserungen, an Bedeutung in der Diagnostik stumpfer und penetrierender abdomineller Traumata gewonnen. In den 1980er und frühen 90er Jahren betrug die Scanzeit für die CT-Untersuchung 30 bis 45 Minuten. Bis zur endgültigen Befundung konnten im Durchschnitt 3 bis 6 Stunden vergehen. Limitierend waren außerdem die geringe Auflösung und damit einhergehend die geringe Sensitivität und Spezifität der Untersuchung. Anfang der 2000er Jahre gewann die CT mit dem Einzug von Mehrschicht-Spiral-Computertomographen (MSCT) in den klinischen Alltag neuen Aufwind in der Diagnostik penetrierender Abdominaltraumata.<sup>90</sup> Mit Hilfe der MSCT ließ sich die Scanzeit signifikant verkürzen und beträgt heutzutage im Mittel nur mehr um die vier Minuten.<sup>91</sup> Dank der besseren Auflösung hat sich außerdem die diagnostische Genauigkeit der CT Untersuchung deutlich verbessert.<sup>90, 92</sup> Nichtsdestotrotz liegt die falsch-negativ Rate weiterhin bei circa 10%.<sup>93</sup> Unklarheit besteht bis heute über die Aussagekraft von Ultraschalluntersuchung und Computertomographie hinsichtlich der klinischen Relevanz von detektierten intraabdominellen Verletzungen.<sup>49, 86, 87</sup>

## **1.6 Stellenwert der Laparoskopie bei der Versorgung von ASW**

Kritisch diskutiert wird seit jeher der Einsatz der Laparoskopie im Umgang mit abdominellen Stichverletzungen. Bereits in den 1970iger Jahren wurde die Rolle der Laparoskopie im Umgang mit Abdominaltraumata evaluiert.<sup>94</sup> Seither gibt es zahlreiche Publikationen, die sich



mit der Thematik beschäftigen. Dennoch ist die Rolle der Traumalaparoskopie bis heute nicht eindeutig definiert.<sup>94-97</sup> Vorteile der Laparoskopie sind die geringere Invasivität, die Möglichkeit diagnostisch und therapeutisch während ein und demselben Eingriff tätig zu werden beziehungsweise während der diagnostischen Laparoskopie die Indikation zur Konversion und damit zur Laparotomie zu stellen. Ziel ist dabei die Vermeidung nicht-therapeutischer Laparotomien.<sup>48</sup> Ein Nachteil ist die potenzielle Gefahr Verletzungen, vor allem an Hohlorganen, zu übersehen<sup>48, 97, 98</sup>. Die Möglichkeit aus der diagnostischen Laparoskopie einen therapeutischen Eingriff zu machen, ist jedoch abhängig von der Qualifikation des Operators beziehungsweise der Expertise des behandelnden Zentrums. O'Malley et al. haben in einem systematischen Review 2013 versucht, die Rolle der Laparoskopie bei der Versorgung penetrierender Abdominaltraumata genauer zu definieren. Die Autoren kommen dabei zu dem Schluss, dass die Laparoskopie bei selektionierten Patienten sowohl diagnostische als auch therapeutische Anwendung finden kann. Für die Etablierung der Laparoskopie auf diesem Gebiet ist jedoch die Entwicklung von Guidelines beziehungsweise Algorithmen, basierend auf Daten höherer Evidenzlevel, notwendig.<sup>97</sup> Auch in der deutschen S3 Leitlinie Polytrauma wird ausdrücklich auf den Mangel an belastbaren Daten aus klinischen Studien hinsichtlich der Rolle der Laparoskopie im Umgang mit polytraumatisierten Patienten mit Bauchtraumata hingewiesen.<sup>47</sup>

## **1.7 Zielsetzung**

Ziel dieser retrospektiven single-center Arbeit ist eine Outcome Analyse abdominalen Stichverletzungen hinsichtlich der Behandlungsmodalität. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse soll ein ergebnisorientierter Behandlungsalgorithmus für das „low incidence“ Setting in Deutschland abgeleitet werden.

## **2 Patienten und Methoden**

### **2.1 Patienten**

Bei dem vorliegenden Patientenkollektiv handelt es sich um Patienten, welche im Zeitraum 2003 bis 2019 aufgrund einer oder mehrerer thorako-abdomineller Stichverletzungen im Klinikum der Universität München behandelt wurden. Für die Datenakquise wurde das Krankenhausinformationssystem systematisch mittels ICD-10 Diagnoseschlüsseln durchsucht (S36.9, S36.17, S36.49, S31.1). Anschließend wurden die Ergebnisse der zentralen Abfrage einzeln gesichtet. Dabei wurden alle Patienten, für die entsprechende Daten vorlagen und die tatsächlich eine thorako-abdominelle Stichverletzung aufwiesen, für die weitere Auswertung in die retrospektive Studie eingeschlossen. Patienten mit begleitenden Schädel-Hirn-Traumata wurden nicht in die Studie eingeschlossen. Nach Auswertung der individuellen Patientendaten erfolgte die irreversible Anonymisierung der Patientendaten. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität München unter dem Aktenzeichen 18-819 genehmigt.

### **2.2 Datenerhebung**

Grundlage der retrospektiven Datenauswertung bildeten Aufnahme- und Entlassungsdaten, klinische Aufnahmebefunde, radiologische Befunde, Labordaten, Anästhesieprotokolle und Arztbriefe. Aus den vorhandenen Datensätzen wurden zunächst Alter, Geschlecht, Verletzungsmechanismus, Verletzungsmuster, sowie Schwere der Verletzung mittels Injury Severity Score (ISS) erfasst. Außerdem wurden Begleitverletzungen, Art der Versorgung, sowie behandlungsassoziierte Parameter wie prä- und postoperative Organdysfunktion, postoperative Komplikationen, 30-Tages-Mortalität und mittlere Krankenhausverweildauer sowie Verweildauer auf einer Intensiv- oder Überwachungsstation erhoben. Nach Abschluss der Datenerhebung wurden die Patienten, zum Zwecke der weiteren Auswertung, auf Basis der

chirurgischen Intervention einer von drei Behandlungsgruppen zugeteilt: „Lokale Wundexploration (LWE)“, „Laparoskopie“ und „Laparotomie“. Des Weiteren wurde zwischen diagnostischen und therapeutischen Eingriffen unterschieden. Als therapeutische Eingriffe wurden jene Eingriffe gewertet, bei denen nach Eröffnung des Peritoneums eine Verletzung versorgt werden musste. Als primärer Endpunkt wurde die 30-Tages-Mortalität festgelegt. Sekundäre Endpunkte waren die mittlere Intensiv- und Krankenhausverweildauer sowie die Anzahl und Schwere postoperativer Komplikationen nach Clavien-Dindo.

### **2.3 Statistische Analyse**

Die Erfassung der erhobenen Daten erfolgte mittels Microsoft Excel für Mac Version 15.33. Für die Datenanalyse kam IBM SPSS Statistics Version 24 zur Anwendung. Für die Erstellung der Grafiken wurde Prism 8 Version 8.3.0 verwendet. Zur Analyse von kategorischen Variablen wurden der Exakte Fisher Test sowie der Chi Quadrat Test angewendet. Kontinuierliche Variablen wurden mittels Kolmogorov-Smirnov Test und Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung überprüft. Die induktive Analyse nicht-normalverteilter Daten erfolgte mit nicht-parametrischen Tests. Dabei kamen der Kruskal-Wallis Test sowie der Mann-Whitney-U Test zur Anwendung. Ein  $p$ -Wert  $< 0,05$  wurde als statistisch signifikant angesehen. Für die Überlebenszeitanalysen wurden Kaplan Meier Kurven und der Log-Rank Test herangezogen. Die Überlebenszeiten wurden zum Ende einer 30 Tage Frist zensiert (30-Tages Mortalität). Auch hier wurde das Signifikanzniveau mit  $p < 0,05$  festgelegt.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Allgemeine Daten**

Für den Zeitraum von Januar 2003 bis Dezember 2019 gab es 100 Patienten, welche die oben genannten Einschlusskriterien erfüllten und somit in die Studie aufgenommen werden konnten. 82 Patienten waren männlich (82%) und 18 weiblich (18%). Das durchschnittliche Alter lag bei 41 Jahre ( $SD = 16,41$ ) mit einer Spannweite von 15 bis 83 Jahren. Ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich Alter zwischen den einzelnen Behandlungsgruppen war nicht festzustellen ( $p = 0,927$ ).

In 53 Fällen (53%) entstanden die Stichverletzungen durch Fremdeinwirkung. 36 der Patienten (36%) fügten sich ihre Stichverletzung in suizidaler Absicht zu, während in elf Fällen (11%) ein akzidentelles Geschehen als Ursache vorlag. 65 der Patienten (65%) wurden über den Schockraum aufgenommen. Die restlichen 35 (35%) Patienten wurden primär in der Notaufnahme gesehen.

#### **3.2 Diagnostik**

Von 100 Patienten, die analysiert wurden, erhielten 69 Patienten CT-Diagnostik und zwölf Patienten eine FAST-Untersuchung. Zwei Patienten wurden mittels FAST- und CT-Untersuchung evaluiert. Zehn Patienten wurden nur mittels FAST evaluiert und erhielten keine weitere bildgebende Diagnostik. In vier Fällen wurden die Patienten ohne vorherige bildgebende Diagnostik direkt in den OP gebracht. In fünf Fällen wurde keine bildgebende Diagnostik durchgeführt. Diese Patienten wurden mittels LWE versorgt. In elf Fällen ließ sich im Zuge der retrospektiven Datenerhebung nicht sicher klären, ob eine bildgebende Diagnostik stattgefunden hat.

### 3.3 Klinisches Assessment

Die Schwere der Verletzung eines jeden Patienten zum Zeitpunkt der Aufnahme wurde mittels Injury Severity Score (ISS) abgeschätzt. Der mittlere ISS in dieser Kohorte betrug 13,72 ( $SD \pm 11,04$ ). Patienten in der Behandlungsgruppe LWE zeigten einen Wert von durchschnittlich 5,87 Punkten ( $SD \pm 3,34$ ). Die ISS Werte in den Behandlungsgruppen „Laparoskopie“ und „Laparotomie“ ergaben sich mit 11,23 Punkten ( $SD \pm 8,62$ ) beziehungsweise 19,87 Punkten ( $SD \pm 12,61$ ) und waren damit in der Laparoskopie-Gruppe signifikant geringer als in der Laparotomie-Gruppe ( $p = 0,002$ ). Bei Patienten, bei denen eine Konversion notwendig war, betrug der ISS 12,67 Punkte ( $SD \pm 5,28$ ).

**Tabelle 3.** Patientencharakteristika (N=100).

|                                                 | Gesamt             | LWE              | Laparoskopie      | Laparotomie        |
|-------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| <b>Alter</b> (Jahre), <i>M</i> und <i>Range</i> | 41 (15-83)         | 39 (19-81)       | 41 (17-81)        | 41 (15-83)         |
| <b>Geschlecht</b> (n)                           |                    |                  |                   |                    |
| - Männlich                                      | 82                 | 28               | 20                | 31                 |
| - Weiblich                                      | 18                 | 2                | 6                 | 8                  |
| <b>Verletzungsursache</b> (n)                   |                    |                  |                   |                    |
| - Fremdeinwirkung                               | 53                 | 17               | 16                | 16                 |
| - Selbstverursacht                              | 36                 | 6                | 6                 | 21                 |
| - Unfall                                        | 11                 | 5                | 4                 | 2                  |
| <b>Thoraxtrauma</b> (n)                         | 22                 | 4                | 5                 | 12                 |
| <b>ISS</b> (Punkte), <i>M</i> und <i>SD</i>     | 13,72<br>(± 11,04) | 7,68<br>(± 6,78) | 11,23<br>(± 8,62) | 19,87<br>(± 12,61) |
| <b>Aufnahme</b> (n)                             |                    |                  |                   |                    |
| - Schockraum                                    | 65                 | 12               | 13                | 33                 |
| - Notaufnahme                                   | 35                 | 16               | 13                | 6                  |
| <b>Bildgebende Diagnostik</b> (n)               |                    |                  |                   |                    |
| - CT                                            | 69                 | 21               | 17                | 25                 |
| - Sonographie                                   | 12                 | 3                | 3                 | 6                  |

Überblick über Patientencharakteristika, Verletzungsursache und Diagnostik bei Aufnahme.  
*CT*, Computertomographie; *ISS*, Injury Severity Score; *M*, Mittelwert; *SD*, Standarddeviation;

### 3.4 Therapie und Verletzungsmuster

Von insgesamt 100 Patienten, die in die Studie eingeschlossen wurden, wiesen 22 Patienten ein kombiniertes thorako-abdominelles Trauma auf, 16 Patienten wurden mittels Thoraxdrainage versorgt, drei Patienten wurden thorakotomiert. Ein Patient mit kombiniertem thorako-abdominalen Verletzungsmuster erreichte den Schockraum im traumatischen Herz-Kreislaufstillstand unter präklinischer Reanimation und wurde noch im Schockraum thorakotomiert, wo er anschließend verstarb, noch bevor weitere chirurgische Maßnahmen gesetzt werden konnten. Dieser Patient wurde in den weiteren Analysen dieser Arbeit folglich nicht berücksichtigt. Von den restlichen 99 Patienten wurden 33 Patienten initial konservativ beziehungsweise mittels LWE versorgt. Bei drei Patienten konnte eine Verletzung des Peritoneums nicht sicher ausgeschlossen werden, sodass sie in Folge laparoskopiert wurden. In zwei weiteren Fällen kam es zu einer Verschlechterung des klinischen Zustandsbildes, sodass diese Patienten in Folge operiert werden mussten. Das entspricht einer SNOM failure Rate von 6,1% (2 von 33).

Bei 27 Patienten (27,3%) wurde die Indikation zur primär laparoskopischen Versorgung gestellt. Insgesamt wurden, zusammen mit den fünf Patienten, die initial konservativ versorgt wurden und dann ebenfalls laparoskopiert werden mussten, 32 Patienten laparoskopiert. In sechs Fällen (18,8%) war eine Konversion notwendig. 39 Patienten wurden primär laparotomiert (39,3%).

**SNOM.** 33 Patienten (33,3%) wurden initial mittels LWE und serieller klinischer Untersuchung versorgt. Bei zwei Patienten verschlechterte sich das klinische Zustandsbild, sodass sie in Folge operiert werden mussten. Diese Patienten wurden initial laparoskopiert, jedoch war bei allen zwei Patienten in weiterer Folge eine Konversion notwendig. Bei beiden Patienten wurde bei Aufnahme eine CT-Untersuchung durchgeführt,

wobei sich in beiden Fällen der CT-Befund als falsch negativ herausstellte. Bei einem Patienten wurde intraoperativ eine Verletzung am Magen detektiert, welche übernäht wurde. Bei dem zweiten Patienten wurde intraoperativ eine Magenverletzung, eine Pankreasläsion, eine Dünndarmdeserosierung sowie eine Leberlazeration festgestellt. Bei drei weiteren Patienten konnte eine Verletzung des Peritoneums nicht sicher ausgeschlossen werden. Diese drei Patienten wurden laparoskopiert. Bei einem Patienten zeigte sich das Peritoneum penetriert, jedoch waren keine intraabdominellen Verletzungen festzustellen. Bei den anderen beiden Patienten war das Peritoneum intakt. Bei den restlichen 28 Patienten, die definitiv mittels SNOM versorgt wurden, war in 27 Fällen keine Verletzung des Peritoneums festzustellen. Bei einem Patienten wurde eine Peritonealverletzung mit begleitender oberflächlicher Leberlazeration festgestellt. Dieser Patient wurde zur weiteren Observation für einen Tag auf die Intensivstation aufgenommen.

**Laparoskopie.** 27 Patienten wurden primär laparoskopiert (26,3%). Drei Patienten, bei denen im Rahmen der LWE eine Verletzung des Peritoneums nicht ausgeschlossen werden konnte, wurden in Folge ebenfalls laparoskopiert. In zwei Fällen verschlechterte sich das klinische Zustandsbild der Patienten nach initialem SNOM, sodass auch bei diesen Patienten eine Laparoskopie erfolgte. Insgesamt wurden also 32 Patienten laparoskopiert, wobei bei sechs Patienten (18,8%) eine Konversion erforderlich war. In vier Fällen wurde aufgrund von intraabdomineller Blutung und unübersichtlichem Situs konvertiert. Bei diesen vier Patienten fanden sich schließlich keine Organverletzungen und die Blutungsquelle wurde in der Bauchdecke detektiert und versorgt. In einem Fall waren multiple Verletzungen von Magen, Dünndarm und Leber der Grund für die Konversion. Ein Patient präsentierte sich mit einer Magenverletzung, welche sich nicht laparoskopisch versorgen ließ.



Bei den restlichen 26 Patienten, die letztendlich mittels Laparoskopie versorgt werden konnten, war in zwölf Fällen keine Verletzung des Peritoneums festzustellen. Bei sechs Patienten war nur das Peritoneum verletzt, während bei acht Patienten weitere intraabdominelle Verletzungen vorgefunden wurden, welche in drei Fällen einer therapeutischen Intervention bedurften. Damit waren 11,5% aller Laparoskopien therapeutisch.

**Laparotomie.** 39 Patienten wurden primär laparotomiert (39,4%). In einem Fall war das Peritoneum intakt. Bei neun Patienten war das Peritoneum verletzt, aber keine Organverletzung festzustellen. In 29 Fällen wiesen die Patienten intraabdominelle Organverletzungen auf, welche versorgt werden konnten. Zehn Patienten wurden laparotomiert, ohne dass weitere therapeutische Maßnahmen notwendig waren. Das entspricht einer nicht-therapeutischen Laparotomierate von 25,6%.

---

**Tabelle 4.** Verletzungsmuster.

| Organe        | LWE | Laparoskopie | Konversion | Laparotomie |
|---------------|-----|--------------|------------|-------------|
| Peritoneum    | 1   | 14           | 6          | 38          |
| Deserosierung | 0   | 3            | 1          | 11          |
| Kolon         | 0   | 0            | 0          | 5           |
| Dünndarm      | 0   | 3            | 1          | 9           |
| Pankreas      | 0   | 0            | 1          | 4           |
| Leber         | 1   | 7            | 1          | 10          |
| Milz          | 0   | 0            | 0          | 2           |
| Mesenterium   | 0   | 0            | 0          | 9           |
| Zwerchfell    | 0   | 0            | 0          | 8           |
| Niere         | 0   | 0            | 0          | 2           |
| Magen         | 0   | 0            | 2          | 8           |

---

Übersicht über die Verletzungsmuster (n) nach Behandlungsgruppen.

---

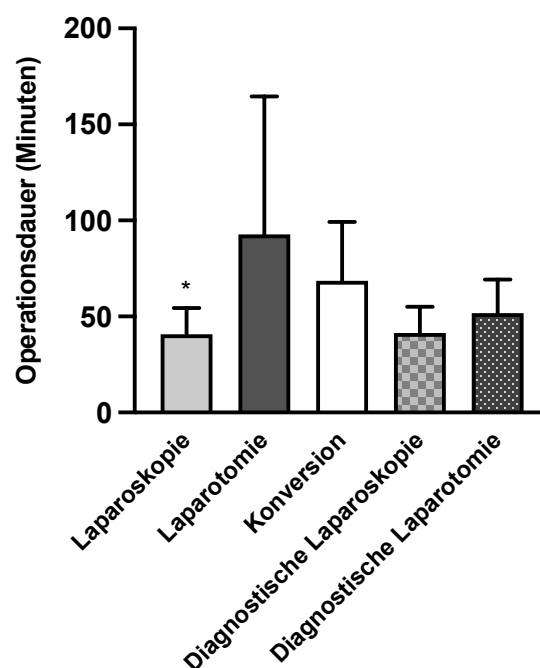
### 3.5 Operationsdauer

Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 40,77 Minuten ( $SD \pm 13,63$ ) in der Laparoskopie-Gruppe und 92,77 ( $SD \pm 71,75$ ) in der Laparotomie-Gruppe ( $p < 0,001$ ). Diagnostische Laparoskopien dauerten 41,43 Minuten ( $SD \pm 13,61$ ), während diagnostische Laparotomien 51,78 Minuten ( $SD \pm 17,51$ ) in Anspruch nahmen ( $p = 0,140$ ). Bei Patienten, bei denen eine Konversion notwendig war, betrug die Operationszeit 68,60 Minuten ( $SD \pm 30,61$ ) und unterschied sich damit nicht signifikant von der OP-Dauer jener Patienten, die primär laparotomiert wurden ( $p = 0,507$ ) (Abbildung 3).

---

**Abbildung 3.** Operationsdauer.

---



Für Patienten, die mittels Laparoskopien versorgt wurden, war die Operationsdauer signifikant kürzer als für jene, die mittels Laparotomie versorgt wurden [40,77 Minuten ( $SD \pm 13,63$ ) vs. 92,77 ( $SD \pm 71,75$ );  $p < 0,001$ ]. Die Operationsdauer in der Konversion-Gruppe war ähnlich wie in der Laparotomie-Gruppe [68,60 Minuten ( $SD \pm 30,61$ ) vs. 92,77 ( $SD \pm 71,75$ );  $p = 0,507$ ]. Diagnostische Laparoskopien und diagnostische Laparotomien unterschieden sich nicht in der Operationsdauer [41,43 Minuten ( $SD \pm 13,61$ ) vs. 51,78 Minuten ( $SD \pm 17,51$ );  $p = 0,140$ ].

### 3.6 Morbidität und Mortalität

Postoperative Komplikationen (klassifiziert nach Clavien-Dindo) traten bei insgesamt 15 Patienten auf, wobei sich darunter kein Patient aus der Laparoskopie-Gruppe befand. Ein Patient aus der LWE-Gruppe (3,6%) entwickelte eine Wundinfektion (Clavien-Dindo I). Zwei Patienten, die nach primärer Laparoskopie konvertiert werden mussten, entwickelten ebenfalls postoperative Komplikationen (33%). Ein Patient entwickelte eine Pankreasfistel, die konservativ behandelt wurde (Clavien-Dindo II) und ein Patient wurde aufgrund einer Faszien dehiscenz operativ revidiert (Clavien-Dindo IIIb). Zwölf Patienten (31%) aus der Laparotomie-Gruppe entwickelten postoperative Komplikationen. Als Komplikationen wurden vermerkt: fünf Wundinfektionen (Clavien-Dindo I), zwei Pankreasfisteln (Clavien-Dindo II), eine Gallefistel (Clavien-Dindo II), eine Nahtinsuffizienz (Clavien-Dindo IIIb), zwei intraabdominelle Retentionen (Clavien-Dindo IIIa und IIIb), sowie sechs Nachblutungen (davon fünf Clavien-Dindo IIIb und eine Clavien-Dindo II). Drei Patienten verstarben in der Laparotomie-Gruppe (Grad V): Ein Patient verstarb kurz nach der notfallmäßigen Laparotomie im hämorrhagischen Schock. Dieser Patient hatte zusätzlich zur abdominalen Stichverletzung eine weitere Stichverletzung im Bereich des Oberschenkels, die eine massive Blutung aus der Arteria femoralis bedingte, was letztendlich zum Tode führte. Zwei Patienten verstarben auf der Intensivstation im Multiorganversagen. In einem Fall verstarb der Patient am 17. postoperativen Tag. Bei diesem Patienten bestand ein vorbestehender, ausgeprägter C2-Abusus mit konsekutiver Leberzirrhose, was letztendlich, nach komplexem postoperativem Verlauf mit Re-Laparotomie bei Bauchdeckenhämatom und Wundinfektion, bei bereits präoperativ reduziertem Allgemeinzustand für das Multiorganversagen mitverantwortlich war. Der dritte Todesfall ereignete sich 49 Tage nach der initialen Laparotomie und war damit hinsichtlich der 30-Tages Mortalität zensiert. Dieser Patient hatte sich seine Stichverletzung in suizidaler Absicht zugefügt. Zusätzlich kam es bei diesem Patienten durch die Ingestion

von Salzsäure zu einem, unabhängig von der abdominellen Stichverletzung, schwerem Krankheitsverlauf. In den anderen Behandlungsgruppen traten keine Todesfälle auf.

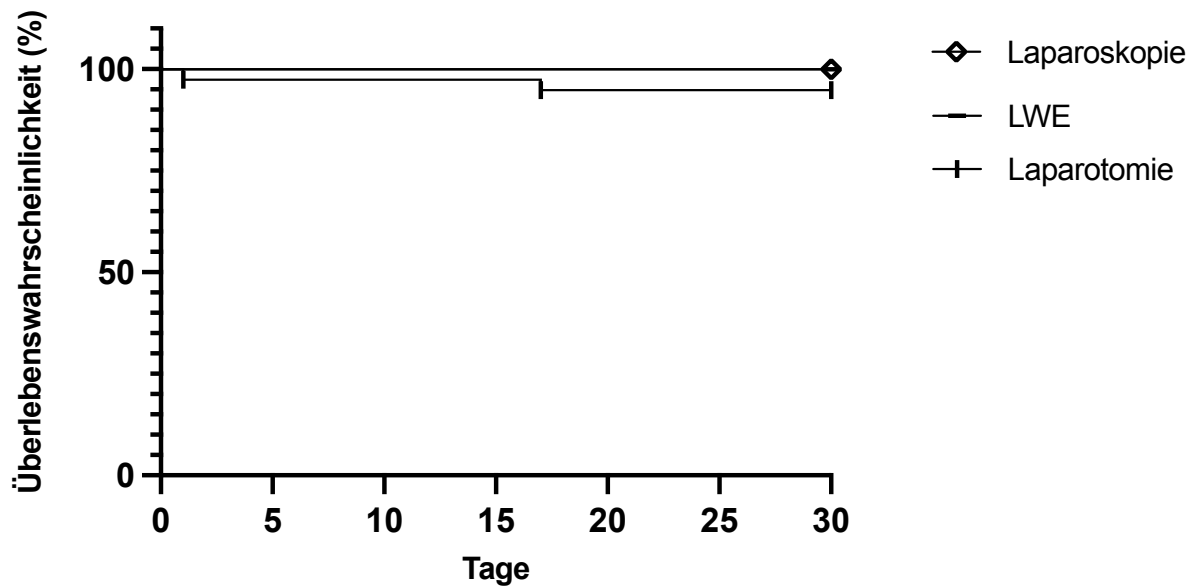
Bezüglich 30-Tages-Mortalität zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen ( $p = 0,246$ ) (Abbildung 4).

**Missed injuries.** Kein Patient aus der Laparoskopie-Gruppe musste erneut operiert werden oder entwickelte in Folge abdominelle Beschwerden beziehungsweise Peritonitiszeichen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass keine operationspflichtigen Verletzungen übersehen wurden. Die Rate an missed injuries betrug somit 0%.

---

**Abbildung 4.** 30-Tage Überlebenswahrscheinlichkeit.

---



Die 30-Tage Überlebenswahrscheinlichkeit in den einzelnen Behandlungsgruppen war nicht signifikant unterschiedlich ( $p = 0,246$ ). In der Laparotomie Gruppe waren zwei Todesfälle zu verzeichnen.

---

### 3.7 Krankenhausverweildauer

**Intensivstation.** Patienten, die laparoskopisch versorgt wurden, verbrachten signifikant weniger Zeit auf Intensivstation als Patienten, die primär laparotomiert wurden [ $M = 0,42$  Tage ( $SD \pm 0,99$ ) vs.  $M = 7,51$  Tage ( $SD \pm 16,61$ );  $p < 0,001$ ]. Patienten, die konvertiert werden mussten, verbrachten im Mittel einen Tag auf der Intensivstation [ $M = 1,17$  Tage ( $SD \pm 2,40$ )]. Vier Patienten aus der „LWE-Gruppe“ wurden für einen beziehungsweise zwei Tage auf der Intensivstation beobachtet. Bei zwei Patienten war es zu einer Leberverletzung gekommen. Diese beiden Patienten wurden deshalb sicherheitshalber für je einen Tag auf der Intensivstation beobachtet. Ein weiterer Patient hatte ein retroperitoneales Hämatom sowie einen Hb-Abfall und wurde deswegen für einen Tag intensivmedizinisch betreut. Ein Patient wurde aufgrund von akuter Suizidalität zwei Tage auf der Intensivstation geführt, bevor er auf die Normalstation transferiert wurde.

**Gesamtliegedauer.** Die durchschnittliche Gesamtliegedauer für alle Patienten, unabhängig von der Behandlung, betrug 7,34 Tage ( $SD \pm 14,30$ ). Für Patienten in der Laparoskopie-Gruppe betrug die Krankenhausverweildauer 3,27 Tage ( $SD \pm 2,26$ ) und war damit signifikant kürzer als für Patienten in der Laparotomie-Gruppe [ $M = 13,92$  Tage ( $SD \pm 20,97$ );  $p < 0,001$ ]. Patienten, die einer lokalen Wundexploration zugeführt wurden, wurden für 2,00 Tage ( $SD \pm 1,81$ ) observiert. Jene Patienten, bei denen ein Umstieg von laparoskopischer Versorgung auf eine offen chirurgische Behandlung notwendig war, verbrachten 7,17 Tage ( $SD \pm 5,91$ ) im Krankenhaus und unterschieden sich damit in der Gesamtliegedauer nicht signifikant von Patienten, die primär laparotomiert wurden ( $p = 0,384$ ). Patienten nach diagnostischer Laparoskopie verbrachten 3,09 Tage ( $SD \pm 2,15$ ) im Krankenhaus. Patienten nach diagnostischer beziehungsweise nicht-therapeutischer Laparotomie waren im Durchschnitt 4,30 Tage ( $SD \pm 2,71$ ) im Krankenhaus und damit

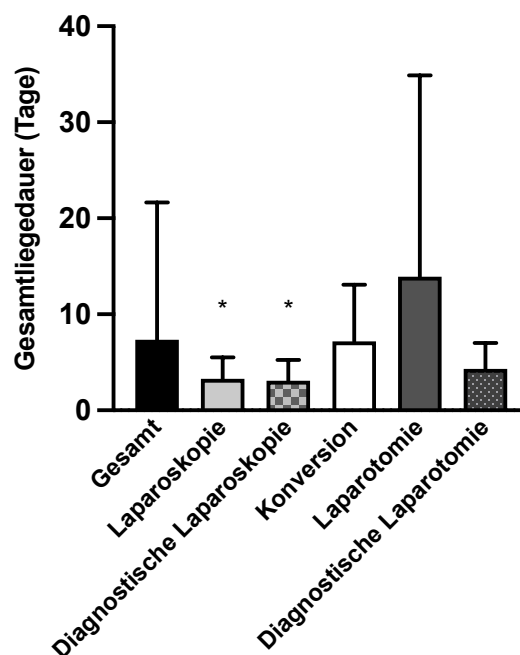
signifikant länger als Patienten nach diagnostischer Laparoskopie ( $p = 0,038$ ) (Abbildung 5).

Der ISS war für Patienten mit diagnostischer Laparoskopie und nicht-therapeutischer Laparotomie ähnlich [ $M = 17,80$  ( $SD \pm 12,98$ ) vs.  $M = 11,35$  ( $SD \pm 9,10$ );  $p = 0,089$ ].

---

**Abbildung 5.** Gesamtliegedauer.

---



Patienten in der Laparoskopie-Gruppe verbrachten signifikant weniger Zeit im Krankenhaus als Patienten in der Laparotomie-Gruppe [3,27 Tage ( $SD \pm 2,26$ ) vs. 13,92 Tage ( $SD \pm 20,97$ );  $p < 0,001$ ]. Für Patienten nach diagnostischer Laparoskopie war die Krankenhausverweildauer ebenfalls kürzer als für Patienten nach diagnostischer Laparotomie [3,09 Tage ( $SD \pm 2,15$ ) vs. 4,30 Tage ( $SD \pm 2,71$ );  $p = 0,038$ ], auch wenn der Unterschied im Mittel nur einen Tag ausmachte. Patienten, bei denen eine Konversion notwendig war, hatten einen ähnlich langen Krankenhausaufenthalt wie Patienten, die primär laparotomiert wurden [7,17 Tage ( $SD \pm 5,91$ ) vs. 13,92 Tage ( $SD \pm 20,97$ );  $p = 0,384$ ].

---

Ein nach Abschluss der chirurgischen Behandlung eventuell stattgefundener stationärer Aufenthalt in der psychiatrischen Abteilung der Klinik wurde bei der Betrachtung der Gesamtliegedauer nicht berücksichtigt, da die Verlegung in eine psychiatrische Klinik erst nach Ausbehandlung der somatischen Diagnose möglich ist. Daher wurden Patienten, die



entsprechend verlegt wurden, als chirurgisch ausbehandelt gewertet. Ebenso wenig wurden verstorbene Patienten bei der Liegedaueranalyse berücksichtigt.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Studiendesign und Limitationen**

Die Limitationen der Studie sind vorwiegend der retrospektiven Datenerhebung geschuldet. Zum einen können die individuellen Fähigkeiten der behandelten Chirurgen im Umgang mit den verglichenen Interventionen bei der Analyse nicht berücksichtigt werden. Zum anderen lässt sich beispielsweise die Entscheidungsfindung des behandelten Chirurgen hinsichtlich der primären chirurgischen Intervention (primäre Laparotomie beziehungsweise Laparoskopie) nicht oder nur schwer nachvollziehen. Für die in die Studie eingeschlossenen Patienten ist kein Langzeit-follow-up verfügbar. Langzeitkomplikationen wie zum Beispiel Adhäsionsileus oder Narbenhernien konnten somit nicht erhoben werden. Die geringe Patientenzahl stellt eine weitere Limitation dar. Ursächlich dafür ist die vergleichsweise geringe Inzidenz penetrierender Traumata in Deutschland im Vergleich zu „high incidence“ Ländern wie Südafrika oder USA. Abschließend ist die teilweise lückenhafte Datenerfassung beziehungsweise lückenhafte Dokumentation, die der retrospektiven Datenerhebung geschuldet ist, als Limitation zu erwähnen.

### **4.2 Einordnung der Ergebnisse**

Zu beobachten war, dass die ISS Werte in der Laparotomie-Gruppe höher waren als in der Laparoskopie-Gruppe. In der statistischen Analyse zeigte sich dieser Unterschied nicht signifikant. Dies ist jedoch aufgrund der geringen Fallzahl, unter Bedenken eines potentiellen Betafehlers, kritisch zu betrachten.

Hinsichtlich des primären Endpunktes (30-Tages-Mortalität) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen. Die zwei beobachteten Todesfälle entsprechen einer Mortalitätsrate von 3%. Beide Todesfälle betrafen die

Laparotomie-Gruppe. Wobei bei einem der beiden Patienten eine zusätzliche Stichverletzung im Bereich der Oberschenkelinnenseite mit Verletzung der Arteria femoralis bestand, was letztendlich zum Verbluten des Patienten geführt hat. Mit einem ISS von 42 Punkten lag die Verletzungsschwere dieses Patienten bei Aufnahme deutlich über dem durchschnittlichen ISS der Laparotomie-Gruppe von 19,87 Punkten. Der zweite Todesfall, der innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage auftrat, betraf einen Patienten mit chronischem Alkoholabusus, der sich in suizidaler Absicht mehrere abdominelle Stichverletzungen selbst beibrachte. Auch bei diesem Patienten lag der ISS mit 33 Punkten über dem Durchschnitt der Laparotomie-Gruppe. In beiden Fällen lagen also zusätzlich zu der abdominellen Stichverletzung beträchtliche Begleitverletzungen beziehungsweise Komorbiditäten vor, die den letalen Ausgang wohl mitbedingt haben.

Bezüglich der sekundären Endpunkte, Intensiv- und Gesamtliegedauer, zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen der Laparoskopie- und der Laparotomie-Gruppe. Die mittlere Intensiv- und Gesamtverweildauer war in der Laparoskopie-Gruppe deutlich geringer als in der Laparotomie-Gruppe. Patienten, die einer Konversion zugeführt werden mussten, hatten eine ähnliche Gesamtverweildauer wie jene Patienten, die primär laparotomiert wurden. Diese Beobachtungen waren durchaus zu erwarten. Die allgemein bekannten Vorteile der minimal-invasiven Chirurgie, wie schnellere Rekonvaleszenz, geringere postoperative Schmerzen und kürzere Krankenhausverweildauer, wurden vielfach publiziert. Dass diese Vorteile auch für Patienten mit Abdominaltrauma zutreffen, konnten Li et al. 2015 im Rahmen einer Metaanalyse zeigen. Patienten mit Abdominaltrauma, die laparoskopiert wurden, wiesen deutlich kürzere Intensiv- und Gesamtliegedauer auf als jene Patienten, die eine Laparotomie benötigten.<sup>99</sup>

Eine Meta-Analyse von Hajibandeh et al. ergab ebenfalls eine signifikant kürzere Krankenhausverweildauer für Patienten mit penetrierendem Abdominaltrauma nach

Traumalaparoskopie im Vergleich zur Traumalaparotomie (4,93 Tage vs. 7,98 Tage,  $p = 0,0002$ ).<sup>100</sup> In einer vor Kurzem publizierten Arbeit aus Australien berichten Cocco et al. von einer mittleren Krankenhausverweildauer von einem Tag nach diagnostischer Laparoskopie, wobei hingegen Patienten, welche primär laparotomiert wurden oder konvertiert werden mussten, im Mittel rund fünf Tage im Krankenhaus verbrachten.<sup>63</sup>

Hinsichtlich des Auftretens von postoperativen Komplikationen gab es ebenfalls deutliche Unterschiede in den einzelnen Gruppen. In der Laparoskopie-Gruppe traten keine Komplikationen auf. In der Laparotomie-Gruppe entwickelten 15 Patienten postoperative Komplikationen. Die postoperative Komplikationsrate betrug in der Laparotomie-Gruppe demnach 39%. Patienten nach nicht-therapeutischer Laparotomie hatten eine postoperative Komplikationsrate von 20%. Von den sechs Patienten, die einer Konversion zugeführt werden mussten, entwickelten zwei Patienten (33%) eine postoperative Komplikation. In der Literatur finden sich für Patienten nach Traumalaparotomie postoperativen Komplikationsraten zwischen 19% und 66%.<sup>101, 102</sup> Für nicht-therapeutische Laparotomien sind postoperative Komplikationsraten zwischen 14,5% und 41% beschrieben.<sup>60, 61</sup>

Patienten nach Traumalaparoskopie haben typischerweise geringere postoperative Komplikationsraten, die sich, je nach Studie, zwischen 1% und 4% bewegen.<sup>63, 99, 103</sup> Unklar bleibt bei diesen Studien, wie viele der analysierten Traumalaparoskopien nicht-therapeutisch waren beziehungsweise wie groß der Anteil an therapeutischen Laparoskopien war. Zu bedenken ist auch, dass der Begriff der therapeutischen Laparoskopie in der Literatur nicht einheitlich verwendet wird und dadurch der Vergleich einzelner Studien nur begrenzt aussagekräftig ist.<sup>104, 105</sup> Matsevych et al. bezeichnen nur jene Eingriffe als therapeutische Laparoskopien, bei denen tatsächlich eine Organverletzung laparoskopisch behandelt werden muss. Eine Laparoskopie, bei der eine Verletzung detektiert wird, die keiner Behandlung bedarf, oder eine Laparoskopie, bei der eine Blutstillung notwendig ist und wo Hämostyptika

appliziert werden, wird von diesen Autoren nicht als therapeutische Laparoskopie gewertet.<sup>104</sup> Andere Autoren hingegen definieren jede Laparoskopie, bei der eine Intervention gesetzt wird, also auch die Mobilisierung von Organen, Blutstillung durch die Anwendung von Hämostyptika oder das Absaugen von Blut, als therapeutische Laparoskopie.<sup>106</sup> Die geringeren Komplikationsraten nach Traumalaparoskopie sind möglicherweise auch dadurch bedingt, dass komplexere Verletzungen eher mittels Laparotomie versorgt werden. Bei großzügigerer Indikationsstellung zur Traumalaparoskopie zeigen sich jedoch tendenziell höhere postoperative Komplikationsraten. Koto und Matsevyeh, die an einem südafrikanischen Traumazentrum einen sehr liberalen Ansatz verfolgen, was den Einsatz der Traumalaparoskopie betrifft, und prinzipiell jeden Patienten mit ASW, bei dem eine chirurgische Exploration indiziert ist und dessen hämodynamischer Zustand es erlaubt (auch im Falle einer initialen instabilen Kreislauftsituation oder bei vorliegender Eviszation), laparoskopieren,<sup>107, 108</sup> dokumentierten postoperative Komplikationsraten von 9,6%.<sup>104</sup> Deutliche Unterschiede zeigten sich dabei zwischen diagnostischer (1,8%) und therapeutischer Laparoskopie (16%).<sup>104</sup> Das progressive Vorgehen der Kollegen Matsevyeh et al. aus Südafrika ist unter anderem auch an der hohen Rate therapeutischer Laparoskopien (55%) gepaart mit einer geringen Konversionsrate von 11,7% zu erkennen und erklärt eventuell die in diesem Kollektiv beobachtete höhere Komplikationsrate. Zum Vergleich: In einer aktuellen Arbeit aus Deutschland von Malkomes et al. war die Anzahl an therapeutischen Laparoskopien mit 30%, bei einer gleichzeitig höheren Konversionsrate von 24,5%, deutlich geringer.<sup>109</sup> In der vorliegenden Arbeit lag die Rate an therapeutischen Laparoskopien bei 11,5%, die Konversionsrate betrug 18,8%.

Eine systematische Meta-Analyse, in der Li et al. insgesamt 41 Studien analysierten, ergab eine Konversionsrate von 24%.<sup>99</sup> Beltzer et al. fanden in ihrer systematischen Übersichtsarbeit, in die 15 Studien mit insgesamt 5869 Patienten eingeschlossen wurden, eine

Konversionsrate von 29%.<sup>110</sup> Die im Vergleich geringe Konversionsrate in der Arbeit von Matsevych et al. in Zusammenschau mit dem hohen Anteil an therapeutischen Laparoskopien impliziert eine gewisse Expertise im Umgang mit der Traumalaparoskopie. Passend dazu beschreiben Matsevych et al. in einer interessanten Arbeit aus dem Jahr 2018, mit dem Titel „Trauma laparoscopy: A prospect of skill training“, den an ihrem Zentrum praktizierten Ausbildungsprozess bezüglich Traumalaparoskopie, der ihnen den breiten Einsatz der Laparoskopie bei der Behandlung penetrierender Abdominalverletzungen erlaubt.<sup>111</sup> Zusätzlich definierten sie laparoskopische Manöver, die beherrscht werden müssen, um die Traumalaparoskopie effizient anzuwenden, wie zum Beispiel die schnelle und sichere Mobilisierung von Organen und die systematische Exploration des Dünndarms.<sup>111</sup>

Als großer Kritikpunkt der Traumalaparoskopie galt stets die Gefahr im Rahmen der laparoskopischen Exploration des Abdomens Verletzungen, vor allem an Hohlorganen, zu übersehen (missed injuries). In der vorliegenden Arbeit musste kein Patient aus der Laparoskopie-Gruppe erneut operiert werden, die Rate an missed injuries lag bei 0%. Beltzer et al. berichten in einem vor Kurzem erschienen systematischen Review, von einer missed injury Rate von 1,6% beim penetrierenden Abdominaltrauma im Zeitraum von 2008 bis 2019.<sup>110</sup> Koganti et al. zeigten im Rahmen ihrer retrospektiven, unizentrischen Studie an einem US-amerikanischen Level 1 Traumazentrum eine missed injury Rate von 0%.<sup>103</sup> Matsevych et al., fanden in ihrer retrospektive, unizentrische Studie an einem großen südafrikanischen Traumazentrum ebenfalls eine missed injury Rate von 0% bei Patienten mit penetrierendem Abdominaltrauma.<sup>104</sup>

Entscheidend für eine geringe missed injury Rate scheint die systematische Exploration des Abdomens im Rahmen der Laparoskopie.<sup>104, 112</sup> Kawahara et al. haben 2009 erstmal einen standardisierten Ablauf für die Traumalaparoskopie beschrieben.<sup>113</sup> Seither haben weitere Autoren standardisierte Abläufe für die Traumalaparoskopie publiziert, alle mit dem Ziel, die

Laparoskopie effektiv und sicher zu gestalten.<sup>112, 114, 115</sup> Insgesamt ist die beobachtete Rate an missed injuries im Rahmen der Traumalaparoskopie heutzutage gering und scheint der Traumalaparotomie dahingehend nicht unterlegen zu sein.<sup>116</sup>

Ähnlich wie bei der Laparoskopie besteht auch beim primär konservativen Vorgehen (SNOM) die Gefahr, Verletzungen zu übersehen beziehungsweise eine verzögerte Diagnosestellung zum Nachteil des Patienten in Kauf zu nehmen.<sup>117</sup> Sofern gewisse Abläufe und Prinzipien eingehalten werden, kommt es durch den Einsatz des SNOMs jedoch nicht zu einer Zunahme der Morbidität.<sup>117, 118</sup> Idealerweise erfolgt initial eine CT-Untersuchung. Anschließend sind engmaschige, serielle klinische Untersuchungen des Patienten, eventuell ergänzt durch Laborkontrollen, unbedingt notwendig. Bei Eviszeration, Peritonitis, hämodynamischer Instabilität, Hohlorganverletzungen (Dünn- und Dickdarm) oder Kopfverletzungen, die eine verlässliche klinische Untersuchung unmöglich machen, ist ein primär konservatives Vorgehen kontraindiziert.<sup>117, 118</sup> Das SNOM versagt in 5-20% der Fälle (SNOM failure Rate).<sup>101, 118-120</sup> Das heißt, dass bei 5% bis 20% der Patienten, die initial konservativ behandelt wurden, in Folge eine Operation notwendig wird. In der vorliegenden Arbeit war dies bei drei Patienten (8,8%) der Fall. Alle drei Patienten hatten bei Aufnahme eine CT-Untersuchung, wobei sich bei zwei dieser Patienten der präoperative CT-Befund als falsch negativ herausstellte. Der dritte Patient hatte eine Blutung aus der Rektusmuskulatur, die letztendlich operativ versorgt werden musste. Schlussendlich konnten in etwa 30% der Patienten mit abdominellen Stichverletzungen konservativ versorgt werden. Ähnliche Ergebnisse lieferte einer Analyse des nordamerikanischen Traumaregisters, bei der sich zeigte, dass 33,9% aller Patienten mit abdominellen Stichverletzungen konservativ versorgt werden konnten.<sup>34</sup>

Die Rate an nicht-therapeutischen Laparotomien ist in sogenannten low incidence Ländern tendenziell höher als in den USA oder Südafrika. Einzelne Traumazentren in Los

Angeles und Johannesburg, in den high-incidence Ländern USA und Südafrika gelegen, erreichen nicht-therapeutische Laparotomieraten unter 5%.<sup>61, 79</sup> Über die letzten Jahre hinweg war jedoch auch in Europa, durch den vermehrten Einsatz von SNOM, ein Trend in Richtung geringerer nicht-therapeutischer Laparotomieraten zu erkennen. In einer belgischen Studie aus dem Jahr 2001 lag die nicht-therapeutische Laparotomiequote noch bei 58,5%.<sup>121</sup> In der jüngeren Vergangenheit wurden für die europäischen Länder Niederlande, Italien und Frankreich nicht-therapeutische Laparotomieraten zwischen 17% und 24% publiziert.<sup>122-124</sup> Für Deutschland konnten Malkomes et al. in einer aktuellen Arbeit aus dem Jahr 2019 eine nicht-therapeutische Laparotomiequote von 11,5% zeigen.<sup>109</sup> Die Analyse der vorliegenden Arbeit ergab eine nicht-therapeutische Laparotomiequote von 25%. Im Unterschied zu der Arbeit von Malkomes et al. wurden deutlich mehr Patienten primär laparotomiert (39,4% vs. 22,6%), was den Unterschied an nicht-therapeutischen Laparotomien erklären könnte. In der Kohorte, die von Malkomes et al. analysiert wurde, lag der mittlere ISS mit 8 Punkten deutlich unter dem durchschnittlichen ISS von 13,72 Punkten, den die Patienten dieser Arbeit aufwiesen. Dies könnte den größeren Anteil an primären Laparotomien erklären. Dennoch konnten Malkomes et al. zeigen, dass durch den selektiven Einsatz des SNOMs sowie der Traumalaparoskopie eine niedrige Rate an nicht-therapeutischen Laparotomien erreicht werden kann und dass dieses Vorgehen auch im low incidence Setting sicher angewendet werden kann.<sup>109</sup> Lin et al. konnten durch den verstärkten Einsatz der Laparoskopie und einer entsprechenden Änderung ihres Behandlungsalgorithmus für Patienten mit penetrierenden Abdominalverletzungen die Rate an nicht therapeutischen Laparotomien um 58% reduzieren.<sup>125</sup> Diese Zahlen verdeutlichen, dass in Deutschland aber auch in anderen europäischen low incidence Ländern hinsichtlich der Vermeidung von nicht-therapeutischen Laparotomien noch Raum für Verbesserung besteht und dass durch den vermehrten Einsatz

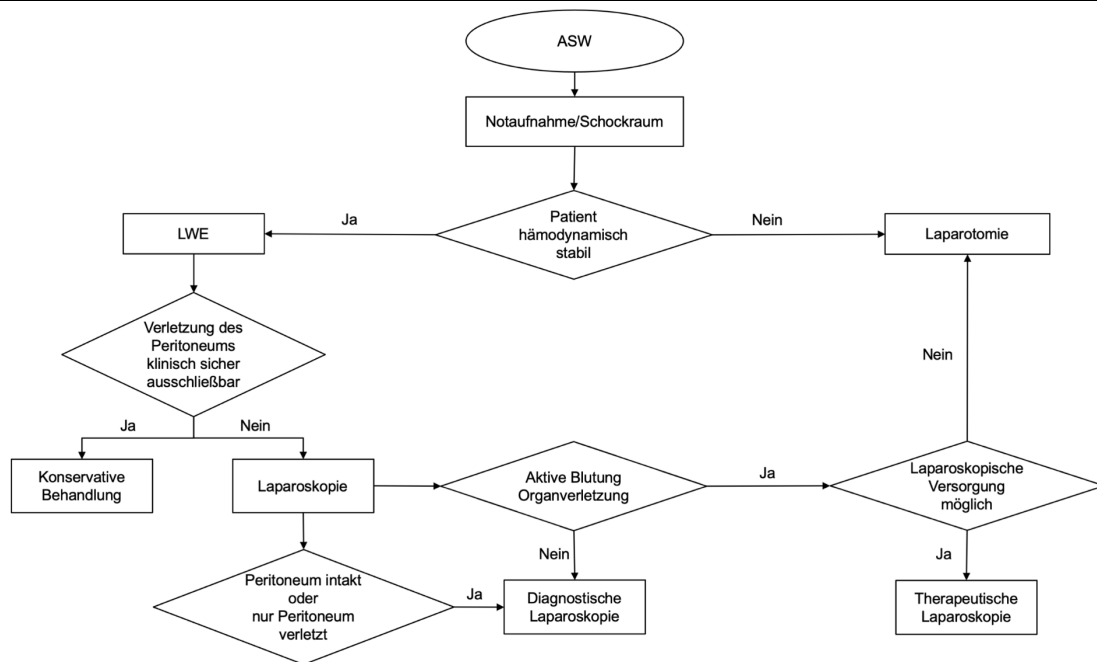


des SNOMs sowie der Laparoskopie nicht-therapeutische Laparotomien potentiell vermieden werden können.

Die vorliegende Arbeit ergibt Hinweise darauf, dass die primäre Laparoskopie bei hämodynamisch stabilen Patienten mit abdominellen Stichverletzungen sicher anwendbar ist. Wichtig zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass durch den Einsatz der Laparoskopie keine Verletzungen übersehen wurden. Ausschlaggebend für eine sichere Versorgung ist die frühzeitige Entscheidung zur Konversion bei unübersichtlichem Situs oder laparoskopisch nicht zu beherrschenden Verletzungen. Patienten, bei denen eine Konversion notwendig war, hatten in der Outcomeanalyse keine Nachteile im Vergleich zu jenen Patienten die primär laparotomiert wurden. Die großzügige Indikationsstellung zur primären Laparotomie bei hämodynamisch stabilen Patienten mit ASW scheint damit, basierend auf den Daten dieser Arbeit, nicht gerechtfertigt. Das Risiko einer nicht-therapeutischen Laparotomie in einem Viertel der Fälle und die damit verbundene Morbidität bei dem überwiegend jungen Patientenkollektiv muss kritisch diskutiert werden. Fest steht, dass die Laparotomie bei hämodynamischer Instabilität, Eviszation und Peritonitis die Methode der Wahl darstellt, da sie einen schnellen und sicheren Zugang zu allen abdominalen Organen gewährleistet. Nichtsdestoweniger sollte die lokale Wundexploration sowie gegebenenfalls in Folge die laparoskopische Exploration des Abdomens beim hämodynamisch stabilen Patienten die Behandlung erster Wahl sein. Dieses Vorgehen soll die Rate an nicht-therapeutischen Laparotomien geringhalten. Eventuell können auf diese Weise während der Laparoskopie vorgefundene intraabdominelle Verletzungen laparoskopisch versorgt werden (therapeutische Laparoskopie), ohne dass eine Laparotomie notwendig ist. Abschließende Empfehlungen hinsichtlich der therapeutischen Laparoskopie können aus der vorliegenden Analyse allerdings nicht abgeleitet werden. Sollte sich herausstellen, dass eine laparoskopisch detektierte Verletzung nicht minimal-invasiv zu beherrschen ist, kann jederzeit eine Konversion auf ein

offen chirurgisches Vorgehen erfolgen. Basierend auf den Daten dieser Arbeit, lässt sich für das low incidence Setting folgender Behandlungsalgorithmus (Abbildung 6) für Patienten mit abdominalen Stichverletzungen ableiten:

**Abbildung 6.** Behandlungsalgorithmus.



Flow Chart zur klinischen Entscheidungsfindung bei der Behandlung von Patienten mit abdominellen Stichverletzungen.

### 4.3 Bedeutung für die Praxis und Ausblick

In den letzten 60 Jahren, seit der Publikation von Shaftans landmark paper 1960, haben viele Veränderungen in der Behandlung von Patienten mit penetrierenden Abdominalverletzungen stattgefunden. Das von Shaftan vorgeschlagene Behandlungskonzept des *selective conservatism* hat sich international nach und nach durchgesetzt. Das Dogma der verpflichtenden Laparotomie existiert heute nicht mehr. Deutlich wird dies vor allem in den high-incidence Länder USA und Südafrika wo nicht-therapeutische Laparotomieraten von 5% und weniger berichtet werden.<sup>61, 79</sup> In low incidence Ländern in Europa werden weiterhin nicht-therapeutische Laparotomieraten zwischen 10% und 24% verzeichnet.<sup>63, 122-124</sup> In Australien, ebenfalls ein low incidence Land, wurde zuletzt sogar eine nicht-therapeutische Laparotomie von 55% vermerkt.<sup>63</sup>

Die diagnostische Bildgebung hat über die letzten Jahrzehnte dank technischer Fortschritte an Bedeutung gewonnen. Dennoch führt die CT-Untersuchung in bis zu 10% der Fälle immer noch zu falsch negativen Befunden.<sup>93</sup> Eine gute bildgebende Diagnostik allein garantiert keine adäquate Patientenbehandlung. Wichtig ist vielmehr die Interpretation der bildgebenden Diagnostik in Zusammenschau mit der klinischen Untersuchung des Patienten, wie sich am Beispiel des SNOM zeigt. Daher wird auch in Zukunft die bildgebende Diagnostik nicht die fundierte Expertise des behandelten Chirurgen ersetzen können. Am Ende ist der Gesamteindruck beziehungsweise das klinische Zustandsbild des Patienten sowie die Erfahrung des Behandlers entscheidend. Nicht-therapeutische Laparotomien entstehen oftmals aus der Unsicherheit heraus, keine Verletzungen übersehen zu wollen.<sup>61</sup> An dieser Stelle kommen strukturierte Behandlungsalgorithmen ins Spiel, die einen standardisierten Handlungsablauf vorgeben. Als Teil des in dieser Arbeit vorgeschlagenen Algorithmus versteht sich die Laparoskopie, mit deren Hilfe die Rate an nicht-therapeutischen Laparotomien weiter verringert werden soll. Hier besteht vor allem im low incidence Setting noch Raum für

Verbesserung wie aktuelle Daten aus Europa, Australien sowie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen. Die Befürchtung, dass durch den vermehrten Einsatz der Laparoskopie häufiger Verletzungen übersehen werden (missed injuries) hat sich nicht bewahrheitet, eine Tatsache die auch in dieser Arbeit bestätigt werden konnte.<sup>110</sup> Verantwortlich dafür ist sicherlich die zunehmende Routine im Umgang mit der Laparoskopie im Allgemeinen, sowie die Standardisierung der Traumalaparoskopie als eigenständiger Eingriff im Speziellen.<sup>110, 114, 126,</sup>

127

Ziel für die Zukunft muss es sein, die zuletzt gewonnenen Erkenntnisse in die entsprechenden Leitlinien einfließen zu lassen, um der Laparoskopie ihre berechnete Rolle bei der Behandlung penetrierender Abdominaltraumata zukommen zu lassen.

## Literaturverzeichnis

1. Pschyrembelredaktion. "Trauma (somatisch)", Pschyrembel online. Accessed 08 November, 2020. <https://www.pschyrembel.de/trauma/K0MUU/doc/>
2. Neugebauer H, Wallenboeck E, Hungerford M. Seventy Cases of Injuries of the Small Intestine Caused by Blunt Abdominal Trauma: A Retrospective Study from 1970 to 1994. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1999;46(1)
3. Williams RD, Sargent FT. The mechanism of intestinal injury in trauma. *The Journal of trauma*. May 1963;3:288-94. J Trauma. doi:10.1097/00005373-196305000-00011
4. Mattox KL, Moore EE, Feliciano DV. *Trauma, Seventh Edition*. McGraw-Hill Education; 2013.
5. Munns J, Richardson M, Hewett P. A REVIEW OF INTESTINAL INJURY FROM BLUNT ABDOMINAL TRAUMA. *Australian and New Zealand Journal of Surgery*. 1995;65(12):857-860. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.1995.tb00576.x>
6. Dauterive AH, Flancbaum L, Cox EF. Blunt intestinal trauma. A modern-day review. *Annals of surgery*. 1985;201(2):198-203. doi:10.1097/00000658-198502000-00011
7. Counseller VS, McCormack CJ. SUBCUTANEOUS PERFORATION OF THE JEJUNUM. *Ann Surg*. Sep 1935;102(3):365-74. Ann Surg. doi:10.1097/00000658-193509000-00007
8. Isenhour JL, Marx J. Advances in abdominal trauma. *Emerg Med Clin North Am*. Aug 2007;25(3):713-33, ix. doi:10.1016/j.emc.2007.06.002
9. Kuhajda I, Zarogoulidis K, Kougioumtzi I, et al. Penetrating trauma. *J Thorac Dis*. Oct 2014;6(Suppl 4):S461-5. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2014.08.51
10. Nicholas JM, Rix EP, Easley KA, et al. Changing patterns in the management of penetrating abdominal trauma: the more things change, the more they stay the same. *The Journal of trauma*. Dec 2003;55(6):1095-108; discussion 1108-10. doi:10.1097/01.Ta.0000101067.52018.42
11. Cardi M, Ibrahim K, Alizai SW, et al. Injury patterns and causes of death in 953 patients with penetrating abdominal war wounds in a civilian independent non-governmental organization hospital in Lashkargah, Afghanistan. *World journal of emergency surgery : WJES*. 2019;14:51-51. doi:10.1186/s13017-019-0272-z
12. Baker SP, O'Neill B, Haddon WJ, Long WB. THE INJURY SEVERITY SCORE: A METHOD FOR DESCRIBING PATIENTS WITH MULTIPLE INJURIES AND EVALUATING EMERGENCY CARE. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1974;14(3)

13. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of Surgical Complications: A New Proposal With Evaluation in a Cohort of 6336 Patients and Results of a Survey. *Annals of Surgery*. 2004;240(2):205-213. doi:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
14. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg*. Aug 2009;250(2):187-96. doi:10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2
15. Center for Disease Control and Prevention. Key Injury and Violence Data. Accessed 20 September, 2017. [https://www.cdc.gov/injury/wisqars/overview/key\\_data.html](https://www.cdc.gov/injury/wisqars/overview/key_data.html)
16. Rhee P, Joseph B, Pandit V, et al. Increasing trauma deaths in the United States. *Ann Surg*. Jul 2014;260(1):13-21. doi:10.1097/sla.0000000000000600
17. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D. Epidemiologie des Schwerverletzten: Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. *Der Unfallchirurg*. 2000/05/01 2000;103(5):355-363. doi:10.1007/s001130050550
18. World Health Organization. Injuries and violence: the facts. 2010;
19. Peden M MK, Sharma G. The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries. Geneva, *World Health Organization*. 2002;
20. Kauvar DS, Wade CE. The epidemiology and modern management of traumatic hemorrhage: US and international perspectives. *Critical Care*. 10/07 2005;9(Suppl 5):S1-S9. doi:10.1186/cc3779
21. United States Census Bureau. U.S. and World Population Clock. Accessed 23 September, 2017. <https://www.census.gov/popclock/>
22. Matzopoulos R, Prinsloo M, Pillay-van Wyk V, et al. Injury-related mortality in South Africa: a retrospective descriptive study of postmortem investigations. *Bulletin of the World Health Organization*. 03/13 doi:10.2471/BLT.14.145771
23. Robert Koch Institut. Gesundheit in Deutschland 2015. 21 September, 2017. <http://www.rki.de/gesundheitsbericht>
24. The World Bank. Population, total. Accessed 23 September, 2017. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2009&locations=ZA&start=1960>
25. Statistisches Bundesamt. Krankheitskosten. Accessed 21 September, 2017. <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankheitskosten/Krankheitskosten.html>
26. Wesson HKH, Boikhutso N, Bachani AM, Hofman KJ, Hyder AA. The cost of injury and trauma care in low- and middle-income countries: a review of economic evidence. *Health Policy and Planning*. 10/05 07/23/accepted 2014;29(6):795-808. doi:10.1093/heapol/czt064

27. Moodley NB, Aldous C, Clarke DL. An audit of trauma-related mortality in a provincial capital in South Africa. *South African Journal of Surgery*. 2014;52:101-104.
28. Kong VY, Clarke DL. Analysis of 5 years of morbidity and mortality conferences in a metropolitan South African trauma service. *South African Medical Journal*. 2016;106(7)
29. Cheddie S, Muckart DJJ, Hardcastle TC, Den Hollander D, Cassimjee H, Moodley S. Direct admission versus inter-hospital transfer to a level I trauma unit improves survival: An audit of the new Inkosi Albert Luthuli Central Hospital trauma unit. *South African Medical Journal*. March 2011;101(3)
30. 2011 Census. Statistics South Africa. Accessed 31 October, 2020. [http://www.statssa.gov.za/?page\\_id=3955](http://www.statssa.gov.za/?page_id=3955)
31. Bowley DMG, Khavand A, Boffard KD, et al. The Malignant Epidemic - Changing Patterns Of Trauma. *South African Medical Journal*; Vol 92, No 10 (2002). October 2002;92(10)
32. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, Lawnick MM, Keast SL, Frey CF. The Major Trauma Outcome Study: Establishing National Norms for Trauma Care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1990;30(11)
33. Minei JP, Schmicker RH, Kerby JD, et al. Severe Traumatic Injury: Regional Variation in Incidence and Outcome. *Annals of surgery*. 2010;252(1):149-157. doi:10.1097/SLA.0b013e3181df0401
34. Zafar SN, Rushing A, Haut ER, et al. Outcome of selective non-operative management of penetrating abdominal injuries from the North American National Trauma Database. *The British journal of surgery*. Jan 2012;99 Suppl 1:155-64. doi:10.1002/bjs.7735
35. Hildebrand P, Hindel C, Roblick UJ, Bruch HP. Abdominaltrauma. *Trauma und Berufskrankheit*. 2007/05/01 2007;9(2):S127-S131. doi:10.1007/s10039-006-1205-0
36. Bieler D, Franke AF, Hentsch S, et al. Schuss- und Stichverletzungen in Deutschland – Epidemiologie und Outcome. *Der Unfallchirurg*. 2014/11/01 2014;117(11):995-1004. doi:10.1007/s00113-014-2647-7
37. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) SI-N, Schwerverletztenversorgung (NIS) und AUC - Akademie der Unfallchirurgie GmbH. *TraumaRegister DGU, Jahresbericht 2013*. 2013.
38. Ball CG. Current management of penetrating torso trauma: nontherapeutic is not good enough anymore. *Canadian Journal of Surgery*. 04/10/accepted 2014;57(2):E36-E43. doi:10.1503/cjs.026012
39. Jansen JO, Yule SR, Loudon MA. Investigation of blunt abdominal trauma. 10.1136/bmj.39534.686192.80. *BMJ*. 2008;336(7650):938.



40. MacKenzie EJ, Rivara FP, Jurkovich GJ, et al. A National Evaluation of the Effect of Trauma-Center Care on Mortality. *New England Journal of Medicine*. 2006/01/26 2006;354(4):366-378. doi:10.1056/NEJMs052049
41. Trunkey DD. The Medical World is Flat Too. *World Journal of Surgery*. 03/27 2008;32(8):1583-1604. doi:10.1007/s00268-008-9522-z
42. Trunkey DD. History and development of trauma care in the United States. *Clin Orthop Relat Res*. May 2000;(374):36-46.
43. Sturm JA, Pape H-C, Dienstknecht T. Trauma Care in Germany: An Inclusive System. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 04/30 2013;471(9):2912-2923. doi:10.1007/s11999-013-2967-x
44. American College of Surgeons CoT. Resources for Optimal Care of the Injured Patient 2014.
45. Westhoff J, Hildebrand F, Grotz M, Richter M, Pape HC, Krettek C. Trauma care in Germany. *Injury*. 2003/09/01/ 2003;34(9):674-683. doi:[https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(03\)00147-5](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(03)00147-5)
46. Wentzensen A. Trauma-NetzwerkD. *Trauma und Berufskrankheit*. 2007/05/01 2007;9(2):S137-S141. doi:10.1007/s10039-007-1214-7
47. Unfallchirurgie DGfr. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung. Accessed 19.08.2019, 2019. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/012-019l\\_S3\\_Polytrauma\\_Schwerverletzten-Behandlung\\_2017-08.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-08.pdf)
48. Como JJ, Bokhari F, Chiu WC, et al. Practice management guidelines for selective nonoperative management of penetrating abdominal trauma. *The Journal of trauma*. Mar 2010;68(3):721-33. doi:10.1097/TA.0b013e3181cf7d07
49. Biffl WL, Moore EE. Management guidelines for penetrating abdominal trauma. *Curr Opin Crit Care*. Dec 2010;16(6):609-17. doi:10.1097/MCC.0b013e32833f52d2
50. Biffl WL, Kaups KL, Cothren CC, et al. Management of patients with anterior abdominal stab wounds: a Western Trauma Association multicenter trial. *The Journal of trauma*. May 2009;66(5):1294-301. doi:10.1097/TA.0b013e31819dc688
51. Biffl WL, Leppaniemi A. Management guidelines for penetrating abdominal trauma. *World J Surg*. Jun 2015;39(6):1373-80. doi:10.1007/s00268-014-2793-7
52. Feliciano DV. Abdominal Trauma Revisited. *The American Surgeon*. 2017/11/01 2017;83(11):1193-1202. doi:10.1177/000313481708301119
53. DeLint JG. The Treatment of the Wounds of the Abdomen in Ancient Times. *Ann Med Hist*. Dec 1927;9(4):403-407. *Ann Med Hist*.
54. Robinson DH, Toledo AH. Historical development of modern anesthesia. *J Invest Surg*. Jun 2012;25(3):141-9. doi:10.3109/08941939.2012.690328

55. Oberhelman HA, Le Count ER. Peace Time Bullet Wounds Of The Abdomen. *Archives of Surgery*. 1936;32(3):373-412. doi:10.1001/archsurg.1936.01180210002001
56. Nettrour WS. Albert G. Walter: nineteenth century Pittsburgh pioneer in the surgery of trauma. *Am J Surg*. May 1959;97(5):624-6. doi:10.1016/0002-9610(59)90254-5
57. Rutkow IM. *The History of Surgery in the United States, 1775-1900: Textbooks, monographs, and treatises*. Norman Pub.; 1988.
58. Shaftan G. Indications for operation in abdominal trauma. *The American Journal of Surgery*. 1960;99(5):657-664. doi:10.1016/0002-9610(60)90010-6
59. Nance FC, Cohn I, Jr. Surgical judgment in the management of stab wounds of the abdomen: A retrospective and prospective analysis based on a study of 600 stabbed patients. *Ann Surg*. Oct 1969;170(4):569-80. doi:10.1097/00000658-196910000-00008
60. Renz BM, Feliciano DV. Unnecessary laparotomies for trauma: a prospective study of morbidity. *The Journal of trauma*. Mar 1995;38(3):350-6.
61. Schnüriger B, Lam L, Inaba K, Kobayashi L, Barbarino R, Demetriades D. Negative laparotomy in trauma: are we getting better? *Am Surg*. Nov 2012;78(11):1219-23.
62. Shamim AA, Zeineddin S, Zeineddin A, et al. Are we doing too many non-therapeutic laparotomies in trauma? An analysis of the National Trauma Data Bank. *Surgical Endoscopy*. 2020/09/01 2020;34(9):4072-4078. doi:10.1007/s00464-019-07169-z
63. Cocco AM, Bhagvan S, Bouffler C, Hsu J. Diagnostic laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *ANZ Journal of Surgery*. 2019;89(4):353-356. doi:10.1111/ans.15140
64. Fink C, Baumann P, Wente MN, et al. Incisional hernia rate 3 years after midline laparotomy. *The British journal of surgery*. Jan 2014;101(2):51-4. doi:10.1002/bjs.9364
65. Barmparas G, Branco BC, Schnüriger B, Lam L, Inaba K, Demetriades D. The Incidence and Risk Factors of Post-Laparotomy Adhesive Small Bowel Obstruction. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2010/10/01 2010;14(10):1619-1628. doi:10.1007/s11605-010-1189-8
66. Lowe RJ, Boyd DR, Folk FA, Baker RJ. The negative laparotomy for abdominal trauma. *The Journal of trauma*. Oct 1972;12(10):853-61. doi:10.1097/00005373-197210000-00004
67. Forde KA, Ganepola GA. Is mandatory exploration for penetrating abdominal trauma extinct? The morbidity and mortality of negative exploration in a large municipal hospital. *The Journal of trauma*. Sep 1974;14(9):764-6. doi:10.1097/00005373-197409000-00004
68. Demetriades D, Vandenbossche P, Ritz M, Goodman D, Kowalszik J. Non-therapeutic operations for penetrating trauma: early morbidity and mortality. *The British journal of surgery*. Jul 1993;80(7):860-1. doi:10.1002/bjs.1800800716

69. Hasaniya N, Demetriades D, Stephens A, Dubrowskiz R, Berne T. Early morbidity and mortality of non-therapeutic operations for penetrating trauma. *Am Surg.* Oct 1994;60(10):744-7.
70. Leppaniemi AK, Haapiainen RK. Selective nonoperative management of abdominal stab wounds: prospective, randomized study. *World J Surg.* Oct 1996;20(8):1101-5; discussion 1105-6.
71. Stein A, Lissos I. Selective management of penetrating wounds of the abdomen. *The Journal of trauma.* Nov 1968;8(6):1014-25. doi:10.1097/00005373-196811000-00003
72. Clarke DL, Thomson SR, Madiba TE, Muckart DJJ. Selective Conservatism in Trauma Management: A South African Contribution. *World Journal of Surgery.* 2005/08/01 2005;29(8):962-965. doi:10.1007/s00268-005-0131-9
73. Friedmann P. Selective management of stab wounds of the abdomen. *Arch Surg.* Feb 1968;96(2):292-5. doi:10.1001/archsurg.1968.01330200130028
74. McAlvanah MJ, Shaftan GW. Selective conservatism in penetrating abdominal wounds: a continuing reappraisal. *The Journal of trauma.* Mar 1978;18(3):206-12. doi:10.1097/00005373-197803000-00010
75. Printen KJ, Freeark RJ, Shoemaker WC. Conservative management of penetrating abdominal wounds. *Arch Surg.* Jun 1968;96(6):899-901. doi:10.1001/archsurg.1968.01330240045010
76. Ocampo H, Yamaguchi M, Mackabee J, Ordog G, Fleming A. Selective management of posterior stab wounds. *Journal of the National Medical Association.* Mar 1987;79(3):283-8.
77. Wilder JR, Kudchadkar A. Stab Wounds of the Abdomen: Observe or Explore? *JAMA.* 1980;243(24):2503-2505. doi:10.1001/jama.1980.03300500029023
78. Robin AP, Andrews JR, Lange DA, Roberts RR, Moskal M, Barrett JA. Selective management of anterior abdominal stab wounds. *The Journal of trauma.* Dec 1989;29(12):1684-9. doi:10.1097/00005373-198912000-00018
79. Demetriades D, Rabinowitz B. Indications for operation in abdominal stab wounds. A prospective study of 651 patients. *Annals of Surgery.* 1987;205(2):129-132.
80. Martin MJ, Brown CVR, Shatz DV, et al. Evaluation and management of abdominal stab wounds: A Western Trauma Association critical decisions algorithm. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 2018;85(5):1007-1015. doi:10.1097/ta.0000000000001930
81. Pryor JP, Reilly PM, Dabrowski GP, Grossman MD, Schwab CW. Nonoperative management of abdominal gunshot wounds. *Annals of emergency medicine.* Mar 2004;43(3):344-53. doi:10.1016/s0196064403008151

82. Liu M, Lee CH, P'Eng F K. Prospective comparison of diagnostic peritoneal lavage, computed tomographic scanning, and ultrasonography for the diagnosis of blunt abdominal trauma. *The Journal of trauma*. Aug 1993;35(2):267-70.
83. Rozycki GS, Ochsner MG, Schmidt JA, et al. A prospective study of surgeon-performed ultrasound as the primary adjuvant modality for injured patient assessment. *The Journal of trauma*. Sep 1995;39(3):492-8; discussion 498-500. doi:10.1097/00005373-199509000-00016
84. Rehm CG, Sherman R, Hinz TW. The role of CT scan in evaluation for laparotomy in patients with stab wounds of the abdomen. *The Journal of trauma*. Apr 1989;29(4):446-50. doi:10.1097/00005373-198904000-00005
85. American College of Surgeons CoT. *Advanced Trauma Life Support (ATLS) Student Course Manual*. 9th ed. American College of Surgeons; 2012.
86. Netherton S, Milenkovic V, Taylor M, Davis PJ. Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: a systematic review and meta-analysis. *Cjem*. Nov 2019;21(6):727-738. doi:10.1017/cem.2019.381
87. Stengel D, Rademacher G, Ekkernkamp A, Güthoff C, Mutze S. Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma. *Cochrane Database Syst Rev*. Sep 14 2015;2015(9):Cd004446. Cochrane Database Syst Rev. doi:10.1002/14651858.CD004446.pub4
88. Udobi KF, Rodriguez A Fau - Chiu WC, Chiu Wc Fau - Scalea TM, Scalea TM. Role of ultrasonography in penetrating abdominal trauma: a prospective clinical study. (0022-5282 (Print))
89. Richards JR, McGahan JP. Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) in 2017: What Radiologists Can Learn. *Radiology*. Apr 2017;283(1):30-48. doi:10.1148/radiol.2017160107
90. Dreizin D, Munera F. Multidetector CT for Penetrating Torso Trauma: State of the Art. *Radiology*. 2015;277(2):338-355. doi:10.1148/radiol.2015142282
91. Hilbert P, Hoeller J, Wawro W, et al. [Emergency room management of multiple injured patients. A multislice computed tomography orientated treatment algorithm]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. Dec 2005;40(12):720-5. Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. doi:10.1055/s-2005-921036
92. Goodman CS, Hur JY, Adajar MA, Coulam CH. How well does CT predict the need for laparotomy in hemodynamically stable patients with penetrating abdominal injury? A review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. Aug 2009;193(2):432-7. doi:10.2214/ajr.08.1927
93. Baron BJ, Benabbas R, Kohler C, et al. Accuracy of Computed Tomography in Diagnosis of Intra-abdominal Injuries in Stable Patients With Anterior Abdominal Stab Wounds: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med*. Jul 2018;25(7):744-757. doi:10.1111/acem.13380

94. Gazzaniga AB, Stanton WW, Bartlett RH. Laparoscopy in the diagnosis of blunt and penetrating injuries to the abdomen. *Am J Surg.* Mar 1976;131(3):315-8. doi:10.1016/0002-9610(76)90124-0
95. Hallfeldt KK, Trupka AW, Erhard J, Waldner H, Schweiberer L. Emergency laparoscopy for abdominal stab wounds. *Surg Endosc.* Jul 1998;12(7):907-10.
96. Leppaniemi A, Haapiainen R. Diagnostic laparoscopy in abdominal stab wounds: a prospective, randomized study. *The Journal of trauma.* Oct 2003;55(4):636-45. doi:10.1097/01.Ta.0000063000.05274.A4
97. 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.* Jan 2013;37(1):113-22. doi:10.1007/s00268-012-1790-y
98. Ivatury RR, Simon RJ, Stahl WM. A critical evaluation of laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *The Journal of trauma.* Jun 1993;34(6):822-7; discussion 827-8. doi:10.1097/00005373-199306000-00013
99. Li Y, Xiang Y, Wu N, et al. A Comparison of Laparoscopy and Laparotomy for the Management of Abdominal Trauma: A Systematic Review and Meta-analysis. *World Journal of Surgery.* 2015/12/01 2015;39(12):2862-2871. doi:10.1007/s00268-015-3212-4
100. Hajibandeh S, Hajibandeh S, Gumber AO, Wong CS. Laparoscopy versus laparotomy for the management of penetrating abdominal trauma: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery.* 2016/10/01/ 2016;34(Supplement C):127-136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2016.08.524>
101. Leppäniemi AK, Haapiainen RK. Selective nonoperative management of abdominal stab wounds: prospective, randomized study. *World J Surg.* Oct 1996;20(8):1101-5; discussion 1105-6. doi:10.1007/s002689900168
102. van Gool MH, Giannakopoulos GF, Geeraedts LM, Jr., de Lange-de Klerk ES, Zuidema WP. Complications after laparotomy for trauma: a retrospective analysis in a level I trauma centre. *Langenbecks Arch Surg.* Jan 2015;400(1):83-90. doi:10.1007/s00423-014-1260-0
103. Koganti D, Hazen BJ, Dente CJ, Nguyen J, Gelbard RB. The role of diagnostic laparoscopy for trauma at a high-volume level one center. *Surg Endosc.* Jun 4 2020;1-4. doi:10.1007/s00464-020-07687-1
104. Matsevych O, Koto M, Balabyeki M, Aldous C. Trauma laparoscopy: when to start and when to convert? *Surg Endosc.* Mar 2018;32(3):1344-1352. doi:10.1007/s00464-017-5812-6
105. Bain K, Meytes V, Chang GC, Timoney MF. Laparoscopy in penetrating abdominal trauma is a safe and effective alternative to laparotomy. *Surg Endosc.* Sep 12 2018;doi:10.1007/s00464-018-6436-1
106. Chakravartty S, Sarma DR, Noor M, Panagiotopoulos S, Patel AG. Laparoscopy has a therapeutic role in the management of abdominal trauma: A matched-pair analysis.

*International Journal of Surgery.* 2017/08/01/ 2017;44(Supplement C):21-25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2017.05.035>

107. Koto MZ, Matsevych OY, Motilall SR. The Role of Laparoscopy in Penetrating Abdominal Trauma: Our Initial Experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* Sep 2015;25(9):730-6. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. doi:10.1089/lap.2015.0042

108. Matsevych OY, Koto MZ, Motilall SR, Kumar N. The role of laparoscopy in management of stable patients with penetrating abdominal trauma and organ evisceration. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* 2016;81(2)

109. Malkomes P, Störmann P, El Youzouri H, et al. Characteristics and management of penetrating abdominal injuries in a German level I trauma center. *Eur J Trauma Emerg Surg.* Apr 2019;45(2):315-321. doi:10.1007/s00068-018-0911-1

110. Beltzer C, Bachmann R, Strohäker J, et al. Wertigkeit der Laparoskopie beim penetrierenden und stumpfen Abdominaltrauma – ein systematisches Review. *Der Chirurg.* 2020/07/01 2020;91(7):567-575. doi:10.1007/s00104-020-01158-y

111. Matsevych OY, Koto MZ, Aldous C. Trauma laparoscopy: A prospect of skills training (cohort study). *Int J Surg.* Jul 2018;55:117-123. doi:10.1016/j.ijssu.2018.05.033

112. Uranues S, Popa DE, Diaconescu B, Schrittwieser R. Laparoscopy in Penetrating Abdominal Trauma. *World Journal of Surgery.* 2015/06/01 2015;39(6):1381-1388. doi:10.1007/s00268-014-2904-5

113. Kawahara NT, Alster C, Fujimura I, Poggetti RS, Birolini D. Standard examination system for laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *The Journal of trauma.* Sep 2009;67(3):589-95. doi:10.1097/TA.0b013e3181a60593

114. Koto MZ, Matsevych OY, Aldous C. Laparoscopic-Assisted Approach for Penetrating Abdominal Trauma: An Underutilized Technique. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques.* 2017/10/01 2016;27(10):1065-1068. doi:10.1089/lap.2016.0368

115. Koto MZ, Matsevych OY, Aldous C. Diagnostic Laparoscopy for Trauma: How Not to Miss Injuries. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* May 2018;28(5):506-513. doi:10.1089/lap.2017.0562

116. Hajibandeh S, Hajibandeh S, Gumber AO, Wong CS. Laparoscopy versus laparotomy for the management of penetrating abdominal trauma: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery.* 2016/10/01/ 2016;34:127-136. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2016.08.524>

117. Peev MP, Chang Y, King DR, et al. Delayed laparotomy after selective non-operative management of penetrating abdominal injuries. *World J Surg.* Feb 2015;39(2):380-6. doi:10.1007/s00268-014-2813-7

118. Demetriades D, Hadjizacharia P, Constantinou C, et al. Selective Nonoperative Management of Penetrating Abdominal Solid Organ Injuries. *Annals of Surgery.* 2006;244(4):620-628. doi:10.1097/01.sla.0000237743.22633.01

119. Bennett S, Amath A, Knight H, Lampron J. Conservative versus operative management in stable patients with penetrating abdominal trauma: the experience of a Canadian level 1 trauma centre. *Can J Surg*. Sep 2016;59(5):317-21. doi:10.1503/cjs.015615
120. Clarke DL, Allorto NL, Thomson SR. An audit of failed non-operative management of abdominal stab wounds. *Injury*. May 2010;41(5):488-91. doi:10.1016/j.injury.2009.10.022
121. Van Brussel M, Van Hee R. Abdominal stab wounds: a five-year patient review. *Eur J Emerg Med*. Jun 2001;8(2):83-8. doi:10.1097/00063110-200106000-00002
122. Waes OV, Lieshout EV, Silfhout DV, et al. Selective non-operative management for penetrating abdominal injury in a Dutch trauma centre. *Ann R Coll Surg Engl*. May 2020;102(5):375-382.
123. Casali M, Di Saverio S, Tugnoli G, et al. [Penetrating abdominal trauma: 20 years experience in a Western European Trauma Center]. *Ann Ital Chir*. Nov-Dec 2008;79(6):399-407. Traumi penetranti dell'addome. Esperienza di 20 anni in Trauma Center dell'Europa Occidentale.
124. Goin G, Massalou D, Bege T, et al. Feasibility of selective non-operative management for penetrating abdominal trauma in France. *Journal of Visceral Surgery*. 2017/06/01/ 2017;154(3):167-174. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2016.08.006>
125. Lin H-F, Wu J-M, Tu C-C, Chen H-A, Shih H-C. Value of Diagnostic and Therapeutic Laparoscopy for Abdominal Stab Wounds. *World Journal of Surgery*. 2010/07/01 2010;34(7):1653-1662. doi:10.1007/s00268-010-0485-5
126. Lee P-C, Lo C, Wu J-M, Lin K-L, Lin H-F, Ko W-J. Laparoscopy Decreases the Laparotomy Rate in Hemodynamically Stable Patients With Blunt Abdominal Trauma. *Surgical Innovation*. 2014/04/01 2013;21(2):155-165. doi:10.1177/1553350612474496
127. Becker HP, Willms A, Schwab R. Laparoskopie beim traumatisierten Abdomen. *Der Chirurg*. 2006/11/01 2006;77(11):1007-1013. doi:10.1007/s00104-006-1245-9

## **Danksagung**

Ich möchte mich zuerst bei meinen Eltern bedanken, die mich während des Studiums immer unterstützt haben. Besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Roland Ladurner für die Überlassung des Themas sowie die Korrekturen und kritische Durchsicht der Arbeit. Bei Herrn Dr. med. Maximilian Lerchenberger bedanke ich mich ausdrücklich für die gute Zusammenarbeit und Betreuung während der Erstellung dieser Arbeit.



## Affidavit



### Eidesstattliche Versicherung

Krendl, Felix Julius

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

**Systematische Behandlung abdomineller Stichverletzungen: High quality treatment in a low incidence environment**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Innsbruck, 03.06.2022

Ort, Datum

Felix Julius Krendl

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand

Eidesstattliche Versicherung

März 2020

## Publikationsliste

*Post-transplant malignancies following pancreas transplantation: Incidence and implications on long-term outcome from a single-center perspective.*

**Krendl FJ**, Messner F, Bösmüller C, Scheidl S, Cardini B, Resch T, Weissenbacher A, Oberhuber R, Maglione M, Schneeberger S, Öfner D, Margreiter C. Journal of Clinical Medicine. 2021; 10(21):4810. <https://doi.org/10.3390/jcm10214810>

*OLT in patients with a positive crossmatch – A retrospective single center study*

**Krendl FJ**, Fodor M, Schneeberger S, Weißenbacher A.

Presented as full oral presentation at Austrotransplant Congress 2019 – Bad Ischl, Austria

*Die Pylephlebitis als seltene Komplikation der Sigmadivertikulitis: CT-Bildgebung wegweisend für Diagnose und Therapie.*

**Krendl FJ**, Glodny B, Margreiter C.

Rofo. 2020;192(7):686-687. doi:10.1055/a-1100-0056

*Radical intended surgery for highly selected stage IV neuroendocrine neoplasms G3.*

Merola, E., Falconi, M., Rinke, A., Staettner, S., **Krendl, F.**, Partelli, S., Andreasi, V., Gress, T. M., Pascher, A., Arsenic, R., Doglioni, C., Kaemmerer, D., Wiedenmann, B., & Pavel, M. E.

American journal of surgery, 220(2), 284–289. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.03.009>

*Donor cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation: impact on outcomes after simultaneous pancreas-kidney transplantation - a retrospective study.*

Messner, F., Yu, Y., Etra, J. W., **Krendl, F. J.**, Berchtold, V., Bösmüller, C., Brandacher, G., Oberhuber, R., Scheidl, S., Maglione, M., Öfner, D., Schneeberger, S., & Margreiter, C.

Transplant international: official journal of the European Society for Organ Transplantation, 33(6), 657–666. <https://doi.org/10.1111/tri.13591>

*Recipient age and outcome after pancreas transplantation: a retrospective dual-center analysis.*

Messner F, Leemkuil M, Yu Y, Massie AB, **Krendl FJ**, Benjamens S, Bösmüller C, Weissenbacher A, Schneeberger S, Pol RA, Margreiter C. Transpl Int. 2021 Feb 11. doi: 10.1111/tri.13845.

*The impact of donor pancreas extraction time on graft survival and postoperative complications in pancreas transplant recipients.*

Leemkuil M, Messner F, Benjamens S, **Krendl FJ**, Leuvenink HG, Margreiter C, Pol R. Pancreatology. 2021 May 9:S1424-3903(21)00152-6. doi: 10.1016/j.pan.2021.05.001.

*Static cold storage compared with normothermic machine perfusion of the liver and effect on ischaemic-type biliary lesions after transplantation: a propensity score-matched study.*

Fodor M, Cardini B, Peter W, Weissenbacher A, Oberhuber R, Hautz T, Otarashvili G, Margreiter C, Maglione M, Resch T, **Krendl FJ**, Meszaros AT, Bogensperger C, Gasteiger S, Messner F, Henninger B, Zoller H, Tilg H, Öfner D, Schneeberger S. Br J Surg. 2021 May 18:znab118. doi: 10.1093/bjs/znab118.

*Perfusate Enzymes and Platelets Indicate Early Allograft Dysfunction after Transplantation of Normothermically Preserved Livers.*

Weissenbacher A, Bogensperger C, Oberhuber R, Meszaros A, Gasteiger S, Ulmer H, Berchtold V, **Krendl FJ**, Fodor M, Messner F, Hautz T, Otarashvili G, Resch T, Margreiter C, Maglione M, Irsara C, Griesmacher A, Raynaud M, Breitkopf R, Troppmair J, Öfner D, Cardini B, Schneeberger S. Transplantation. 2021 Jun 17. doi: 10.1097/TP.0000000000003857.