

Aus der Klinik für Allgemein-, Visceral- und Transplantationschirurgie  
der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin  
Campus Virchow - Klinikum

DISSERTATION

Die Therapie polytraumatisierter Patienten mit Leberverletzungen –  
Eine retrospektive Auswertung von 168 konsekutiven Patienten

zur Erlangung des medizinischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Inke Holdt  
aus Bad Karlshafen

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. D. Jacob  
2. Priv.-Doz. Dr. med. G. Schumacher  
3. Prof. Dr. med. J. Pratschke

Datum der Promotion: 03.09.2010

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Das Polytrauma.....	6
1.1.1 Definition .....	6
1.1.2 Skalierungen.....	7
1.2 Die Leber .....	12
1.2.1 Anatomie und Funktion der Leber .....	13
1.3 Diagnostik von Abdominalverletzungen im Rahmen eines Polytraumas .....	14
1.3.1 Sonographie .....	14
1.3.2 Computertomographie .....	14
1.3.3 Angiographie.....	15
1.3.4 Diagnostische peritoneale Lavage .....	15
1.3.5 Versorgung von polytraumatisierten Patienten in der medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow- Klinikum .....	16
1.4 Klassifikationen der Leberverletzungen.....	16
1.5 Fragestellung.....	17
<b>2 Patienten und Methodik .....</b>	<b>18</b>
2.1 Patienten .....	18
2.2 Einteilung von Leberverletzungen nach Verletzungsmechanismen .....	18
2.2.1 Stumpfe Verletzungen .....	18
2.2.2 Penetrierende Verletzungen .....	19
2.3 Therapie von Leberverletzungen .....	19
2.3.1 Konservative Therapie .....	21
2.3.2 Chirurgische Therapie .....	21
2.3.3 Laparoskopie .....	21
2.3.4 Koagulation.....	22
2.3.5 Fibrinkleber .....	22
2.3.6 Kollagenvlies.....	22
2.3.7 Umstechung .....	23
2.3.8 Resektion.....	23
2.3.9 Pringle-Manöver.....	24
2.3.10 Leberrtamponade .....	24

2.3.11	Netz.....	25
2.3.12	Laser .....	25
2.3.13	Ultima Ratio: Lebertransplantation .....	26
2.4	Statistik.....	26
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>28</b>
3.1	Patienten .....	28
3.2	Verletzungsmechanismen.....	28
3.3	Leberverletzungen.....	29
3.4	Konservative Therapie .....	30
3.4.1	Demographische Daten der konservativ behandelten Patienten .....	30
3.4.2	Initiale Diagnostik der konservativ behandelten Patienten.....	31
3.4.3	Details der Leberverletzungen der konservativ behandelten Patienten.....	32
3.4.4	Begleitverletzungen der konservativ behandelten Patienten .....	33
3.4.5	Verlauf nach konservativer Therapie .....	33
3.5	Chirurgische Therapie .....	34
3.5.1	Demographische Daten der operierten Patienten .....	34
3.5.2	Initiale Diagnostik der operierten Patienten.....	35
3.5.3	Details der Leberverletzungen der operierten Patienten.....	37
3.5.4	Details der operativen Therapie .....	38
3.5.5	Begleitverletzungen der operierten Patienten .....	39
3.5.6	Postoperativer Verlauf .....	40
3.6	Vergleich operativer versus konservativer Therapie .....	41
3.6.1	Demographie .....	41
3.6.2	Verletzungsmechanismen und Trauma.....	42
3.6.3	Initiale Diagnostik .....	44
3.6.4	Stationärer Verlauf .....	45
3.7	Todesursachen .....	46
3.8	Überlebensanalysen .....	48
3.8.1	Vergleich: Stumpfes versus penetrierendes Trauma .....	53
3.9	Multivariate Analyse .....	54
3.10	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	55
<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>57</b>
4.1	Diagnostik und initiale Versorgung .....	57
4.2	Trauma und Therapie .....	62

4.3	Verlauf und Überleben .....	67
4.4	Ausblick und Empfehlungen .....	70
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>75</b>
<b>7</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>Erklärung.....</b>	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf.....</b>	<b>79</b>
<b>10</b>	<b>Referenzen.....</b>	<b>80</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Das Polytrauma

### 1.1.1 Definition

Das Wort Polytrauma setzt sich aus den griechischen Wörtern *poly* (viel) und *trauma* (Schädigung, Verletzung oder Wunde, die durch Gewalt verursacht wird) zusammen. Es ist definiert als Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, von denen mindestens eine oder die Kombination dieser Verletzungen lebensbedrohlich ist. Polytraumen entstehen durch penetrierende oder stumpfe Gewalteinwirkung auf den Körper wie Schlag, Stoß, Schuss, Detonation oder Sturz. Über 90% der Polytraumen entstehen durch stumpfe Verletzungen, wobei Verkehrsunfälle die häufigste Ursache bilden. In Deutschland beträgt die Inzidenz circa 8000/Jahr. Polytraumen sind die häufigste Todesursache der unter 45jährigen, die Letalität liegt bei 20%. Die männlichen Patienten überwiegen mit einem Verhältnis von 3:1<sup>1</sup>. Die Morbidität und Mortalität von polytraumatisierten Patienten konnte in den vergangenen 30 Jahren durch ein verbessertes Management signifikant gesenkt werden. Die Versorgung der Patienten wurde sowohl durch Transfusions- und Substitutionsverfahren, als auch durch therapeutische Innovationen bei Gehirnverletzungen und der Beatmung optimiert<sup>2</sup>. Entscheidend ist die schnelle Einschätzung der körperlichen Verfassung und des Ausmaßes der Verletzung, um eine optimale Therapie einzuleiten<sup>3</sup>.

Der Verdacht auf ein Polytrauma sollte immer bei folgenden Gegebenheiten geäußert werden:

- Sturz aus mehr als 3 m Höhe
- Herausschleudern aus einem Fahrzeug
- Tod eines Beifahrers
- Angefahrener Fußgänger oder Radfahrer
- Motorrad- oder Autounfall mit erhöhter Geschwindigkeit
- Einklemmung oder Verschüttung
- Explosionsverletzung
- Hohe Energieeinwirkung (Fahrzeugdeformierung)<sup>4</sup>

In der akuten Phase der Verletzung steht die vitale Bedrohung durch Schock, Organverletzung und Hirnschaden im Vordergrund. Nach der Erstversorgung gilt es, eine systemische Inflammation mit Organversagen bzw. Multiorganversagen im Sinne eines „Systemic inflammatory response syndrome“ (SIRS) und Sepsis zu verhindern.

## 1.1.2 Skalierungen

Zur Erfassung des Verletzungsgrades und einer anschließenden Klassifizierung polytraumatisierter Patienten werden mehrere Skalierungen angewendet.

### 1.1.2.1 Glasgow Coma Scale<sup>5</sup>

Der „Glasgow Coma Scale“ (GCS) wurde 1974 von zwei Neurochirurgen im schottischen Glasgow für Erwachsene entwickelt. Diese Skalierung zeichnet sich durch drei Merkmale aus, die die Bewusstseinslage des Patienten beschreiben: 1.) Augen öffnen, 2.) verbale Reaktion und 3.) motorische Reaktion. Es werden für jedes Merkmal Punkte vergeben. Diese Punktzahlen ergeben Werte zwischen 3-15. Dabei beschreibt der maximale Punktwert von 15 einen wachen, orientierten Patienten, der adäquat reagiert. Mit Hilfe dieser Skalierung lässt sich der Grad eines Schädel-Hirn-Traumas (SHT) berechnen: Leicht (SHT I. Grades): 13-15 Punkte, mittel (SHT II. Grades): 9-12 Punkte, schwer (SHT III. Grades): 3-8 Punkte.

<b>Punkte</b>	<b>Augen öffnen</b>	<b>Verbale Reaktion</b>	<b>Motorische Reaktion</b>
6	-	-	Gezielt auf Aufforderung
5	-	orientiert	Gezielt auf Schmerzreiz
4	spontan	verwirrt	Ungezielt auf Schmerzreiz
3	auf Aufforderung	inadäquat	Beugemechanismus
2	auf Schmerzreiz	unverständlich	Streckkrämpfe
1	nicht	keine	keine

**Tab. 1:** Glasgow Coma Scale nach Taesdale und Jennett 1974.

### 1.1.2.2 Hannoverscher Polytraumaschlüssel (PTS)<sup>6</sup>

Beim PTS werden die fünf untersuchten Körperregionen unterteilt und das Alter des Patienten mit einbezogen. Die errechnete Punktzahl wird in vier PTS-Gruppierungen eingeteilt, wobei die höchste Punktzahl mit mehr als 49 Punkten dem stärksten Traumatisierungsgrad entspricht.

<b>Schweregrad</b>	<b>Punkte</b>
I	0- 11
II	12- 30
III	31- 49
IV	>49

**Tab. 2:** Klassifikation des Polytraumas nach Schweregraden im PTS.

Der Hannoversche Polytraumaschlüssel unterscheidet bei den Kopfverletzungen nach der Glasgow Coma Scale und den Mittelgesichtsfrakturen.

<b>Verletzung</b>	<b>Punkte</b>
SHT I°	2
SHT II°	4
SHT III°	16
Mittelgesichtsfraktur	1
Schwere Mittelgesichtsfraktur	2

**Tab. 3:** PTS Schädel.

Abdominale Organverletzungen von Milz, Leber, Darm, Mesenterium, Niere und Pankreas werden im PTS teilweise zusammen betrachtet.

<b>Verletzung</b>	<b>Punkte</b>
Milzruptur	9
Milz- und Leberruptur	13 (18)
ausgedehnte Leberruptur	13 (18)
Darm, Mesenterium, Niere, Pankreas	9

**Tab. 4:** PTS Abdomen.



Verletzungen des Beckens und der Wirbelsäule werden gesondert skaliert.

<b>Verletzung</b>	<b>Punkte</b>
einfache Beckenfraktur	3
kombinierte Beckenfraktur	9
Becken- und Urogenitalverletzung	12
Wirbelbruch	3
Wirbelbruch, Querschnitt	3
Beckenquetschung	15

**Tab. 5:** PTS Becken.

Frakturen im Bereich der Extremitäten werden beurteilt und klassifiziert.

<b>Verletzung</b>	<b>Punkte</b>
Zentraler Hüftgelenksbruch	12
einfache Oberschenkelfraktur	8
Oberschenkelstück-, Trümmerfraktur	12
Unterschenkelfraktur	4
Knieband, Patella, Unterarm, Ellenbogen, Sprunggelenk	2
Oberarm, Schulter	4
Gefäßverletzung oberhalb des Ellenbogens bzw. des Kniegelenkes	8
Gefäßverletzung unterhalb des Ellenbogens bzw. des Kniegelenkes	4
Oberschenkel-, Oberarmamputation	12
Unterschenkel-, Unterarmamputation	8
Jede offene Fraktur II° und III°	4
Große Weichteilquetschung	2

**Tab. 6:** PTS Extremitäten.

Beim Brustkorb werden Verletzungen des knöchernen Thorax, der Lunge und der Aorta aufgeführt.

<b>Verletzung</b>	<b>Punkte</b>
Sternum, Rippenfraktur (1-3)	2
Rippenserienfraktur (>3)	5
Rippenserienfraktur beidseits	10
Hämatopneumothorax	2
Lungenkontusion	7
Lungenkontusion beidseits	9
Instabiler Thorax, zusätzlich	3
Aortenruptur	7

**Tab. 7:** PTS Thorax.

Der PTS berücksichtigt das Alter der verletzten Patienten, so werden ab einem Lebensalter von 40 Jahren Punkte vergeben. Der Alterseinfluss steigt mit zunehmendem Alter stark an und ab einem Lebensalter von 75 Jahren wird mit 21 Punkten die höchste Punktzahl vergeben.

<b>Jahre</b>	<b>Punkte</b>
0-9	0
10-19	0
20-29	0
30-39	0
40-49	1
50-54	2
55-59	3
60-64	5
65-69	8
70-74	13
75-	21

**Tab. 8:** PTS Alterseinfluss.

### 1.1.2.3 Injury Severity Score (ISS) nach Baker 1974<sup>7</sup>

Der Injury Severity Score (ISS) ist ein Skalierungssystem, das in der Notfallmedizin zur Klassifikation und statistischen Erfassung von Polytraumen benutzt wird. Das so gewonnene Datenmaterial ermöglicht es, den ISS als empirischen Richtwert für Prognosen und Kontrollen des Therapieerfolges von Polytraumapatienten zu nutzen. Der Berechnung des ISS muss eine komplette körperliche Untersuchung des Patienten und daraus resultierende Diagnosestellung vorausgehen. Dabei werden die gefundenen Einzelverletzungen in sechs Körperregionen eingeteilt:

1. Haut und Weichteile
2. Kopf und Hals
3. Gesicht
4. Thorax
5. Abdomen
6. Extremitäten und Beckengürtel

Im Folgenden wird jeder Verletzung in den Körperregionen ein Schweregrad „Abbreviated Injury Scale“ (AIS) von 0 bis 6 Punkten zugeordnet:

<b>Schweregrad</b>	<b>Punkte</b>
harmlos	0
leicht	1
mäßig	2
ernst	3
schwer	4
lebensbedrohlich	5
tödlich	6

**Tab. 9:** Abbreviated Injury Scale (AIS).

Die drei am stärksten betroffenen Körperregionen werden ausgesucht. Jeweils die schwerste Einzelverletzung einer Region wird quadriert. Die Summe dieser Quadrate ergibt den ISS-Wert. Der Wert des berechneten ISS liegt zwischen 0 und 75 Punkten. Wurde eine Verletzung mit Schweregrad 6 (tödlich) bewertet, erübrigt sich eine Berechnung und ein ISS von 75 wird vermerkt. Ein Polytrauma liegt definitionsgemäß ab einem berechneten Wert von 16 Punkten vor.

#### 1.1.2.4 Schockindex

Die initiale hämodynamische Situation wird durch den Schockindex abgebildet. Er wird ermittelt, indem die aktuelle Herzfrequenz durch den systolischen Blutdruck (RR systol.) dividiert wird. Bei einem kreislaufstabilen Menschen beträgt dieser normalerweise 0,5. Pathologisch sind Werte über 1,0. (Puls/RR systol. >1,0). Er wird initial errechnet und stellt einen schnellen Parameter über die derzeitige Kreislaufsituation des Patienten dar.

### 1.2 Die Leber

Die Leber ist das größte parenchymatöse Organ des Menschen, dessen Funktion aufgrund der Fortschritte in der Biochemie und Physiologie erst im letzten Jahrhundert genauer erforscht und erkannt wurde.

Galen hielt die Leber für den Sitz der Seele und auch in der deutschen Sprache findet man diesen Ansatz, wenn man unglückliche Menschen befragt, was ihnen „über die Leber gelaufen“ sei. In der griechischen Mythologie wurde Prometheus gar folgende Strafe zuteil, weil er das Feuer vom Olymp gestohlen hatte: Er wurde von Zeus an einen Felsen gekettet und ein Adler fraß jeden Tag an seiner Leber, die täglich nach wuchs. Bereits hier findet sich der Hinweis auf das beträchtliche Maß an Regenerationsfähigkeit der Leber – jedoch regeneriert sich die Leber nicht innerhalb eines Tages, aber immerhin innerhalb von 2-4 Wochen je nach Größe der Resektion. Bis heute wird diese enorme Regenerationsfähigkeit nach Resektion „Prometheus-Effekt“ genannt. Sie spielt auch eine entscheidende Rolle in der primären Therapiefindung und der anschließenden Heilung bei allen Lebererkrankungen und in besonderem Maße bei Lebertraumen.

Die Leberregeneration erfolgt vermutlich nach der Ausschüttung von Serotonin und ist derzeit nicht vollständig geklärt, entweder entsteht sie über Zellhyperplasie oder sie beruht auf einer Proliferation und Differenzierung von Lebervorläuferzellen<sup>8, 9</sup>. Gegenwärtig ist die Differenzierung von Stammzellen Thema vieler Forschungsgruppen weltweit.

Die Leber ist eines der am häufigsten verletzten Organe bei Abdominaltraumen<sup>10, 11, 12, 13, 14</sup>. Waren die häufigsten Ursachen für Abdominalverletzungen innerhalb Europas zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch penetrierende Kriegsverletzungen, so verschiebt sich das Verletzungsmuster heute zu den komplexeren stumpfen Bauchtraumen, meist verursacht durch Verkehrsunfälle. Dagegen ist in den USA weiterhin der Anteil an penetrierenden Verletzungen als Genese der Abdominaltraumen bedeutsamer<sup>15, 16</sup>. Die Mortalität von Polytraumapatienten steigt mit dem

Vorhandensein einer Leberverletzung erheblich und wird umso höher, je mehr Leberparenchym geschädigt wird<sup>17, 18</sup>.

### **1.2.1 Anatomie und Funktion der Leber**

Die Leber füllt die rechte Regio hypochondriaca vollständig aus, ragt darüber hinaus in die Regio epigastrica und nach links bis in die Regio hypochondriaca sinistra. Der untere Rand der Leber folgt bis zur Medioklavikularlinie dem rechten Rippenbogen, verläuft dann durch den Rippenbogenwinkel und erreicht etwa die linke Parasternallinie. Dabei wird ein Teil des Magens überdeckt. Nach kranial legt die Leber sich mit der Facies diaphragmatica in die rechte Zwerchfellkuppel. Dadurch entspricht die Projektion der Zwerchfellkuppel auf der Körperoberfläche dem Oberrand der Leber: Je nach Atemexkursion zwischen der vierten und siebten Rippe.

Die Unterseite der Leber, die Facies visceralis, verläuft nach dorsal schräg ansteigend und besitzt zahlreiche Berührungsgebiete mit Nachbarorganen. Die Leber ist in zwei Lappen unterteilt. Davon sind an der Zwerchfellseite ein großer rechter und ein kleiner linker Lappen zu erkennen. Die Begrenzung wird durch die Befestigung des Ligamentum falciforme hepatis an der Leberoberfläche hervorgerufen<sup>19</sup>. Die Gefäßversorgung der Leber erfolgt über die Arteria hepatica propria, die gemeinsam mit der Vena portae und dem Ductus choledochus im Ligamentum hepatoduodenale verläuft. Über die Vena portae gelangen die resorbierten Stoffe aus dem Darm in die Leber.

Chirurgisch wird die Leber zwischen der Gallenblase und der Vena Cava in die linke und die rechte Hälfte geteilt. Es werden acht Lebersegmente nach Couinaud unterschieden, wobei das Segment vier geteilt ist und als Segment vier a und vier b bezeichnet wird<sup>20</sup>. Die Segmente orientieren sich an den Aufzweigungen der Pfortaderäste und der sie begleitenden Gallengänge<sup>21</sup>.

Die Leber ist für den Stoffwechsel der durch den Darm aufgenommenen Nahrung zuständig. Sie hält den Blutglucosespiegel durch die Synthese und Speicherung von Glykogen konstant und ist maßgeblich an Entgiftungsvorgängen beteiligt. Sie entsorgt alte und geschädigte Erythrozyten, sezerniert Bilirubin, baut Ammoniak zu Harnstoff um und verstoffwechselt Steroidhormone und Medikamente. Darüber hinaus ist sie die größte Drüse des menschlichen Körpers und sezerniert die Gallenflüssigkeit, die aus Cholesterin und Bilirubin besteht. Die Leber speichert und gibt je nach Bedarf Lipoproteine, Vitamine, Aminosäuren, Glykogen und Blut wieder an den Organismus ab. Sie ist durch die Produktion von Bestandteilen des Gerinnungssystems, den

Komplementfaktoren, an der Blutgerinnung beteiligt. Durch die Synthetisierung von Proteinen wie Albumin und Globulinen ist die Leber an der Homöostase und der Kreislaufregulation teilhaftig. In ein weiteres lebenswichtiges Geschehen, die Akute-Phase-Reaktion bei Entzündungen, greift sie durch die Bildung des C-reaktives Proteins (CRP) ein. An der Blutbildung ist die Leber beim Fetus bis zum siebten Schwangerschaftsmonat wesentlich beteiligt.

### **1.3 Diagnostik von Abdominalverletzungen im Rahmen eines Polytraumas**

Zuerst erfolgt, sofern der Patient hämodynamisch stabil und adäquat orientiert ist, die notwendige Eigen- bzw. Fremdanamnese. Danach schließen sich eine gründliche körperliche Untersuchung und Laborbestimmungen von Blut und Urin an, gefolgt von den bildgebenden Untersuchungen wie dem abdominalen Ultraschall, den Röntgenbildern des Skelettsystems und letztendlich der Computertomographie von Schädel, Thorax und Abdomen.

#### **1.3.1 Sonographie**

Die Ultraschalluntersuchung hat einen hohen Stellenwert in der initialen Diagnostik, da sie ein sehr schnelles Verfahren ist und dabei keine Nebenwirkungen bekannt sind.

Bei der sonographischen Untersuchung des Abdomens nach Trauma wird besonders auf freie Flüssigkeit im Bereich der Leber und Nieren sowie im kleinen Becken geachtet. Die parenchymatösen Organe (Leber, Nieren, Milz) werden auf Verletzungen hin untersucht. Freie Luft oder Flüssigkeit im Abdomen kann ein Hinweis auf eine Perforation des Gastrointestinaltraktes sein.

#### **1.3.2 Computertomographie**

Die Computertomographie (CT) mit Kontrastmittel (KM) gehört mittlerweile in vielen Traumazentren zur Standarddiagnostik bei polytraumatisierten Patienten. Jedoch sollte sie von einem erfahrenen Traumatologen begleitet werden, da die Gefahr einer akuten Dekompensation gegeben ist und so gegebenenfalls ein sofortiges operatives Handeln erforderlich werden kann<sup>22</sup>.

Die CT wird meistens als sog. „Traumaspirale“ mit einer Untersuchung von Kopf, Hals, Thorax, Abdomen und Becken durchgeführt. Mit einer Untersuchung können alle wichtigen Organe auf Verletzungen untersucht werden. Die Computertomographie weist zwar eine hohe

Strahlenbelastung auf, lässt sich jedoch gut durchführen, sofern der Patient kreislaufstabil ist. Sie ist reproduzierbar und für Verlaufsuntersuchungen geeignet.

### **1.3.3 Angiographie**

Die konventionelle Angiographie mit oder ohne radiologische Intervention erweitert die initiale Bildgebung. In der Diagnostik liefert sie schon länger gute Erkenntnisse und derzeit wird ihr therapeutischer Nutzen validiert. Es wird in verschiedenen Arbeiten ein erfolgreiches Verschließen, das sog. Coiling, intrahepatischer blutender Gefäße beschrieben und auf einen sehr vielversprechenden postinterventionellen Verlauf hingewiesen<sup>23,24</sup>. Darüber hinaus können auch interventionell eingebrachte Stents bei Gefäßdissektionen im Rahmen der Diagnostik therapeutisch gelegt werden.

Im Jahr 1994 wurde die erste erfolgreiche selektive angiographische Embolisation einer Leberarterie beschrieben<sup>25</sup>. Bei anhaltenden Nachblutungen nach primär operativer Versorgung konnte durch die angiographische selektive Embolisation eines Pseudoaneurysmas in einem Fall erfolgreich eine zweite Operation vermieden werden. Inzwischen wird die interventionelle Angiographie seit einigen Jahren auch als primäre Therapie bei penetrierenden und stumpfen Lebertraumata angewendet. Hierbei wird nach einer computertomographischen Untersuchung eine Angiographie durchgeführt, mit dem Ziel, die blutenden Gefäße zu embolisieren. Dies erfolgt mit Gelfoam, stainless steel coils oder Polyvenyl Alkohol Partikeln.

### **1.3.4 Diagnostische peritoneale Lavage**

In der angloamerikanischen Literatur wird heute noch oft primär eine diagnostische peritoneale Lavage (DPL) als erste Maßnahme empfohlen und an den Krankenhäusern durchgeführt. Ihr wird eine hohe Sensitivität und Spezifität zugesprochen. Der Vorteil dieser Methode liegt in ihrer ubiquitären Anwendungsmöglichkeit, relativ simplen Ausführung, hoher Trefferquote und dem niedrigen Preis. In der Charité wurde sie bis Anfang der 90er Jahre als diagnostisches Mittel eingesetzt und ist danach durch die bildgebenden Verfahren abgelöst worden.

### **1.3.5 Versorgung von polytraumatisierten Patienten in der medizinischen Fakultät Charité –Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow- Klinikum**

Die Patienten wurden nach der Initialversorgung und hämodynamischer Stabilisierung durch den Notarzt am Unfallplatz in die chirurgische Rettungsstelle der Charité Campus Virchow transportiert. Im sogenannten Schockraum erfolgte die erste (Fremd-)Anamnese durch den übergebenden Notarzt und eine genaue körperliche Untersuchung. Im Rahmen der Dokumentation wurde die initiale Kreislaufsituation anhand von Blutdruck, Puls und dem daraus resultierenden Schock-Index, sowie dem Verbrauch an Blutprodukten festgehalten.

Die erste Laboruntersuchung in der Notaufnahme erfolgte mit folgenden Parametern: kleines Blutbild mit Hämoglobin, Hämatokrit, Leukozyten, Thrombozyten. Klinische Chemie: Kreatinin, Harnstoff, Laktat, Amylase, Albumin, Partielle Thromboplastinzeit (pTT), Thromboplastinzeit (TPZ). Leberwerte: totales-Bilirubin, Aspartataminotransferase (ASAT), Alaninaminotransferase (ALAT),  $\gamma$ -Glutamyltransferase ( $\gamma$ GT), Alkalische Phosphatase (AP), Glutamatdehydrogenase (GLDH), Laktatdehydrogenase (LDH), Stickstoff ( $\text{NH}_3$ ), Cholinesterase (CHE).

Die Patienten wurden nach dem PTS in die Gruppierungen I-IV und in die GCS (0-15 Punkte) eingeteilt. Der ISS von 0-75 wurde ermittelt.

Der bildgebende diagnostische Teil wurde initial im Schockraum mittels Sonographie des Abdomens und danach in der Abteilung der Radiologie durch eine Computertomographie, die eine Untersuchung von Kopf, Hals, Thorax und Becken beinhaltete, durchgeführt. Bei beiden Untersuchungsmethoden wurde nach freier Flüssigkeit, Leberruptur, Leberhämatom, Milzruptur und weiteren abdominalen Verletzungen differenziert

### **1.4 Klassifikationen der Leberverletzungen**

Die Leberverletzungen wurden in dieser Studie nach der Moore et al. Klassifikation von 1984 eingeteilt, da diese Klassifikation in Deutschland und Europa etabliert ist<sup>26</sup>.

Es gibt andere Klassifikationen aus dem angloamerikanischen Sprachraum, die sich bis auf die Anzahl der Verletzungsgrade nicht wesentlich von der Moore-Klassifikation unterscheiden. In allen Klassifikationen stellen die ersten beiden Klassen leichtere Verletzungen und die folgenden schwerere dar. Moore et al. verwendet fünf Verletzungsgrade, das Organ Injury Scaling Committee of the American Association for the Surgery of Trauma (OIS) unterscheidet dagegen sechs Stufen<sup>26</sup>. In beiden Klassifikationen gelten die Verletzungen I-II. Grades als leichter, die konservativ oder mit kleineren chirurgischen Maßnahmen wie kurzzeitiger manueller



Kompression, Infrarotkoagulation oder Fibrinkleber zu beherrschen sind. Die Verletzungsgrade III-V bzw. VI gelten als schwerwiegender und bedürfen im Allgemeinen der operativen Therapie durch einen erfahrenen Chirurgen. Moore Grad V und OISC Grad VI entsprechen einer Zerstörung beider Leberlappen, die nicht mehr mit dem Leben vereinbar ist. In Australien wurde eine weitere Einteilung angewendet, in der sogar sieben verschiedene Stufen angeführt werden<sup>27</sup>.

Moore Grad	Beschreibung
I	Kapselverletzung, oberflächliche Parenchymeinrisse (< 1cm tief), keine aktive Blutung
II	Parenchymeinrisse (1-3cm tief), peripher penetrierende Verletzungen, subkapsuläre Hämatome <10cm, keine aktive Blutung
III	Parenchymeinrisse (<3 cm tief), zentral perforierende Verletzung, subkapsuläre Hämatome <10cm (nicht wachsende Hämatome), aktive Blutung
IV	Ausgedehnte Zerstörung eines Leberlappens, massives zentrales Hämatom (wachsendes Hämatom)
V	Extensive Zerstörung beider Leberlappen, Verletzung der retrohepatischen Vena Cava, Verletzung der großen Lebervenen

**Tab. 10:** Einteilung der Leberverletzungen nach Moore et al. 1984<sup>26</sup>.

### 1.5 Fragestellung

Im Rahmen dieser retrospektiven Auswertung sollten folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Welche Verletzungsmechanismen führen zu Lebertraumen, wie werden diese therapiert und hat die Therapie einen Einfluss auf das Überleben?
2. Welchen Einfluss haben die Begleitverletzungen auf die Therapie der Leberverletzung?
3. Auf welche diagnostischen Ergebnisse folgt welche Therapie?
4. Wie ist der Verlauf nach konservativer bzw. operativer Therapie?
5. Welche Todesursachen gibt es und wie ist die Mortalität?

## 2 Patienten und Methodik

### 2.1 Patienten

In dieser retrospektiven Studie wurden die Daten von 168 konsekutiven Patienten erfasst, die im Rahmen eines Polytraumas eine Leberverletzung erlitten und in der Abteilung für Allgemein-, Visceral - und Transplantationschirurgie der Charité, Campus Virchow Klinikum (CVK) in Berlin initial behandelt wurden. Die zwischen November 1995 bis Dezember 2005 evaluierten Daten wurden in eine Access-Datenbank eingegeben und analysiert.

### 2.2 Einteilung von Leberverletzungen nach Verletzungsmechanismen

Leberverletzungen werden in stumpfe und penetrierende Traumen eingeteilt.

Insgesamt verteilen sich die Verletzungen der Leber auf die verschiedenen Abdominaltraumen folgendermaßen.

- **Stumpfes Abdominaltrauma** **ca.90%**
  - Kompression oder Prellung, Risse, subkapsuläre Hämatome, Ruptur von Hohlorganen
  - Dezelerationstrauma, Bandruptur (Lebereinriss entlang des Ligamentum teres hepatis)
  - Intimaverletzung von Gefäßen
- **Penetrierendes Abdominaltrauma** **ca.10%**
  - Stichverletzung
  - Schussverletzung
  - Pfählungsverletzung
- **Kombiniert bei Explosionen und Überrolltrauma** **< 1%**

#### 2.2.1 Stumpfe Verletzungen

Zu den stumpfen Verletzungen zählen diejenigen durch Verkehrsunfall, Stoß, Sturz aus großer Höhe, Druckwellen von Explosionen oder Quetschungen bei Überrolltraumen<sup>28</sup>. In Europa wird die Leber mit einem Anteil von 80-90% bei stumpfen Abdominaltraumen sehr häufig verletzt<sup>29</sup> und beträgt nach einer neueren Arbeit in Deutschland derzeit 1-8% bei polytraumatisierten Patienten<sup>30</sup>.

Darüber hinaus liegt die Letalität bei stumpfen Lebertraumen zwischen 20 und 50%<sup>31</sup>.

Es werden im Wesentlichen zwei Verletzungsmechanismen bei stumpfen Lebertraumen beobachtet:

a) *Dezelerationstraumen* wie bei Verkehrsunfällen und Fall aus großer Höhe. Dabei bewegt sich die Leber über ihren üblichen Bewegungsspielraum hinaus und es kommt zu einer Laceration der relativ dünnen Leberkapsel. Besonders betroffen sind die dorsalen Segmente VI und VII sowie die ventralen Segmente V und VIII. Bei einem Dezelerationstrauma kann es von dem primär stumpfen Bauchtrauma auch zu einer penetrierenden Leberverletzung kommen, wenn Rippen gebrochen werden und die Leber penetrieren.

b) *Gewalteinwirkung* auf das Abdomen. Diese führen zu einer Parenchymquetschung und verletzen meist die zentralen Segmente IV, V und VIII der Leber. Darüber hinaus kann eine Kompression der Leber zwischen den unteren Rippen und der Wirbelsäule zu einer Blutung am Segment I führen<sup>16</sup>.

### **2.2.2 Penetrierende Verletzungen**

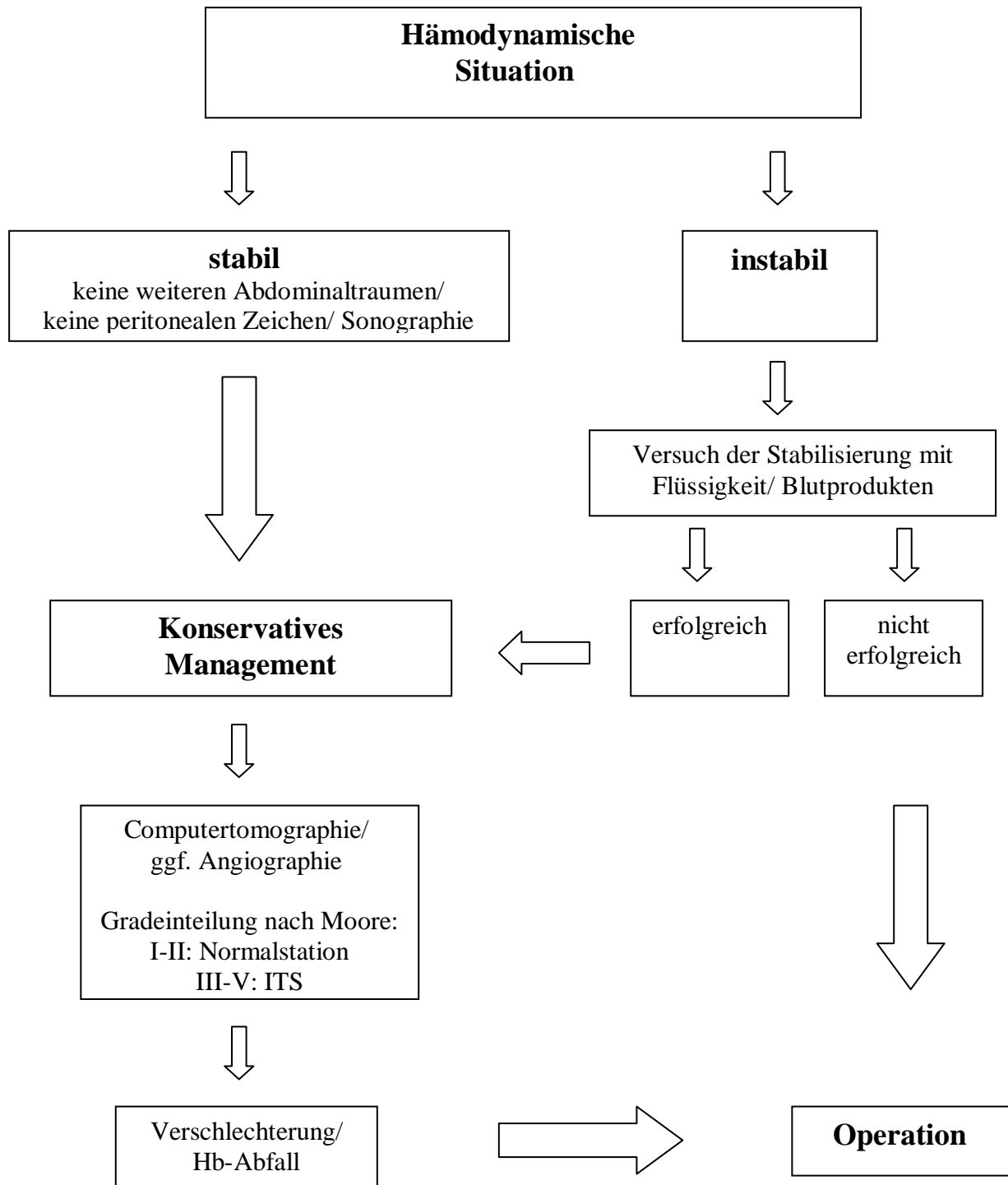
Diese bestehen insbesondere aus Schuss-, Stich- und Pfählungsverletzungen. Die Leber wird aufgrund ihrer Größe bei bis zu 40% der durch den Körper gehenden Schuss- und Stichverletzungen mit verletzt<sup>13</sup>.

### **2.3 Therapie von Leberverletzungen**

Grundsätzlich wird zwischen konservativem und chirurgischem Vorgehen unterschieden. Für die konservative Therapie muss eine regelmäßige Kontrolle mittels Bildgebung sichergestellt sein.

Die Indikation zu einer Operation ergibt sich in erster Linie aus der hämodynamischen Situation und der initialen Diagnostik des Patienten. Ist die Kreislaufstabilität eines Patienten nach stumpfem Bauchtrauma trotz Flüssigkeitssubstitution mittels Kolloiden, Kristalloiden, Blutprodukten in Form von Erythrozytenkonzentraten (EK) und Fresh Frozen Plasma (FFP) und gegebenenfalls die Gabe von Katecholaminen nicht zu erreichen, ist eine Operation mit Exploration des Abdomens indiziert. Andernfalls, wenn der Patient initial kreislaufstabil und womöglich auch wach und orientiert ist, sollte zuerst die übliche Diagnostik mit körperlicher Untersuchung, Sonographie und Computertomographie durchgeführt werden. Wenn die Diagnostik eine Graduierung erlaubt und keine oder nur wenig freie Flüssigkeit (die Angaben schwanken in der Literatur zwischen 300 und 500ml) im Abdomen vorhanden ist, kann vorerst unter intensivmedizinischer Überwachung zugewartet werden. Im Falle einer Verschlechterung

der Kreislaufsituation oder des Hämatokrits sollte die OP-Indikation erneut überdacht werden. Eine absolute OP-Indikation, unabhängig vom Kreislauf, ergibt sich aufgrund der Infektionsgefahr bei penetrierenden Verletzungen. Dabei ist insbesondere auch die Exploration des Darms von Bedeutung.



**Abb. 1:** Algorithmus zur Therapieentscheidung bei stumpfen Lebertraumen.

Modifiziert nach Pachter und Hofstetter 1995 <sup>22</sup>

### **2.3.1 Konservative Therapie**

Bei Patienten mit stumpfen Abdominaltraumen, die hämodynamisch stabil sind, sollte nach dem oben angeführten Schema verfahren werden. Nach der initialen Computertomographie mit Ausschluss großer Mengen freier Flüssigkeit werden die Patienten auf einer Intensiv-/Überwachungsstation stationär aufgenommen und am Monitor überwacht. Bei hämodynamisch stabiler Kreislaufsituation sollten in den ersten zwei bis drei Tagen Ultraschallkontrollen im 8-stündigen Intervall durchgeführt werden. Zusätzlich sollte eine mehrfache klinische Untersuchung des Abdomens durch einen Chirurgen erfolgen und die Laborparameter wie Hämoglobin, Hämatokrit, Leberenzyme und die Urinproduktion mindestens dreimal täglich gemessen und notiert werden. Eine Mobilisation ist dabei zu vermeiden, jedoch muss eine Thromboseprophylaxe mit niedermolekularen Heparinen durchgeführt werden. Im Falle einer Stabilisierung kann der Patient ab dem fünften Tag unter weiterer Immobilisation auf eine periphere Station verlegt werden.

### **2.3.2 Chirurgische Therapie**

Meistens wird zur Versorgung der schweren Lebertraumata die quere Oberbauchlaparotomie mit medianer kranialer Erweiterung bis zum Xiphoid als Zugang gewählt. Über diesen Zugang können beide Leberlappen sowie die Milz exploriert und versorgt werden. Darüber hinaus können durch die untere Schnittkante auch große Teile des Mittel- und Unterbauches exploriert werden. Bei instabilem Kreislauf ist die klassische mediane Laparotomie zu erwägen<sup>13</sup>. Dieser Zugang ist zeitsparend und kann leicht nach kranial (Sterniotomie) oder kaudal erweitert werden. Nachteil dieser Technik ist der eingeschränkte Zugang zu den Lebervenen und der Vena Cava dorsal der Leber.

### **2.3.3 Laparoskopie**

Laparoskopien sind prinzipiell bei hämodynamisch stabilen Patienten mit kontrollierbarer Menge an freier Flüssigkeit möglich. Die Vorteile der Laparoskopie liegen in dem kleinen operativen Zugang mit guter diagnostischer Übersicht. Sie ist sehr sensitiv im Nachweis peritonealer Läsionen. Bei kleineren penetrierenden Verletzungen kann durch sie eine Laparotomie sogar vermieden werden, aber bei stumpfen Abdominaltraumen hat sie keinen gesicherten Stellenwert.

### **2.3.4 Koagulation**

Früher wurde mit Elektrokoagulation versucht, kleinere Lazerationen zu verschließen. Aber am Elektrokauter bleibt häufig bei Beendigung der Koagulation der Koagulationsschorf hängen, so dass neue Verletzungen gesetzt werden. Deshalb hat sich in den meisten Traumazentren die Infrarotkoagulation seit den 70er Jahren durchgesetzt. Diese funktioniert ebenfalls über einen direkten Kontakt zum Parenchym, wobei das Blut von der Geweboberfläche verdrängt wird und blutende Gefäße vorübergehend komprimiert werden. Diese Methode setzt daher keine neuen Verletzungen. Die Lichtenergie kann tief in das Gewebe eindringen, wird durch Absorption in Wärme umgewandelt und bewirkt so eine Koagulation<sup>32</sup>.

### **2.3.5 Fibrinkleber**

Fibrinkleber ist eine biologische Verbindung aus Fibrinogenkonzentrat und Faktor XIII in einer Lösung aus Thrombin und Kalzium. Seit den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts wird er erfolgreich bei Leberrupturen im Tierexperiment und in der Folge auch beim Menschen angewendet<sup>33, 34</sup>. Fibrinkleber eignet sich, um Kollagenvlies zur Parenchymdeckung auf große Leberresektionsflächen aufzukleben. Allerdings ist es in den folgenden Jahren zu schwerwiegenden, teilweise tödlichen anaphylaktischen Zwischenfällen gekommen. Freilich wurde bei diesen Patienten der Fibrinkleber in tiefen penetrierenden Wunden angewendet und die Wunde daraufhin mit einem Foley-Ballonkatheter komprimiert, der Fibrinkleber konnte so das tiefe Venensystem erreichen und systemisch wirksam werden<sup>35</sup>.

### **2.3.6 Kollagenvlies**

Kollagenvlies enthält native Kollagenfibrillen equinen Ursprungs, die bei Kontakt mit Blut zu einer Thrombozytenaggregation führen. Die Thrombozyten zerfallen und setzen Gerinnungsfaktoren frei, die zusammen mit Plasmafaktoren die Fibrinbildung ermöglichen und die Bildung von Granulationsgewebe beschleunigen. Daher kann man Kollagenvlies bei venösen, kapillaren und diffusen Blutungen aus parenchymatösen Organen wie z. B. der Leber zur Wundversorgung und als Hämostyptikum anwenden. Kollagenvlies kann jedoch aufgrund der xenogenen Herkunft allergische Reaktionen hervorrufen und sollte bei bestehenden Infektionen nicht angewendet werden, da in der Wunde vorhandene Bakterien am Vlies eine Haftungsstelle finden könnten.

### **2.3.7 Umstechung**

Zu den weiteren Therapiemöglichkeiten bei Lebertraumen gehören auch Übernähung mit einem monofilen nicht resorbierbaren Faden der Stärke 4/0 mit atraumatischer Nadel. Allerdings ist die Naht von parenchymatösen Organen wie der Leber eine Herausforderung, da das weiche Parenchym ein schlechtes Nahtlager ist wodurch die Nähte nur ungenügend zusammen gehalten werden<sup>36</sup>. Tiefgreifende Parenchymnähte sollten nicht mehr angewendet werden, denn es besteht die Gefahr, unbeabsichtigt in der Tiefe eine Arterie zu ligieren, dies kann zu Ischämie mit anschließender Nekrose und zu einem Verschluss von Gallengängen führen. Bei Okklusion einer Vene kann es hingegen zu einer verstärkten Blutung kommen<sup>18</sup>.

In vorangegangenen Studien gibt es kontroverse Berichte über die Naht von Leberparenchym, diese reichen von Nekrose des Parenchyms mit folgender Lebertransplantation über Abszessbildung, Bilhämie und Hämobilie bis zur erfolgreichen Versorgung ohne jegliche Komplikationen<sup>12, 37, 38</sup>. Der Vorteil der Lebernaht liegt in der schnellen Handhabung und guten Verfügbarkeit, besonders bei Leberrupturen nach stumpfen Traumen. Die Blutung der meisten Leberrupturen konnte, besonders gut bei peripheren Verletzungen, durch einfache Nähte, die in 2-3cm Entfernung zu dem Rand der Ruptur platziert wurden mit absorbierbarem Nahtmaterial und einer stumpfen Nadel mit großem Bogen gestillt werden.

### **2.3.8 Resektion**

Zu den anspruchsvollen Therapieoptionen in der Leberchirurgie gehören die verschiedenen Formen der Resektion und die Lebertransplantation. Es werden die anatomische von der nicht-anatomischen oder atypischen Resektion unterschieden. Letztere wird auf zwei verschiedene Arten durchgeführt, einmal als „Partialresektion“ und zum anderen als „resektives Débridement“. Bei der Partialresektion wird das verletzte, devaskularisierte Leberparenchym peripher der Frakturlinie entfernt. Sie komplettiert die Resektion, die durch das Trauma zustande gekommen ist. Die Entfernung von diesem losgelösten Teil hinterlässt eine Oberfläche, die die Naht und Ligation der Strukturen zulässt. Das resektive Débridement ist eine begrenzte Entfernung von nekrotischem Lebergewebe, welches an die verletzte Seite angrenzt<sup>39</sup>. Die anatomischen Resektionen teilen sich in Rechts- bzw. Linksresektion, Wedge- und Trisegmentresektion und Hemihepatektomie auf.

Wegen der hohen Regenerationsfähigkeit der Leber, dem so genannten Prometheus-Effekt, sind heute bei nicht zirrhotischer Leber Trisegmentresektionen mit bis zu 80% Parenchymentfernung möglich<sup>40</sup>.

### **2.3.9 Pringle-Manöver**

Beim Pringle-Manöver wird manuell das Ligamentum hepatoduodenale zur temporären Blutstillung abgeklemmt. Es wird auch heutzutage bei Resektionen mit hohem Blutverlust angewendet und gehört zu den Standardverfahren in der Leberchirurgie. Die Ischämiezeit scheint durch intermittierendes Abklemmen bis zu 90 Min. möglich zu sein<sup>36</sup>. Wenn intermittierend für 15 Min. abgeklemmt wird, mit einer folgenden Pause von 5 Min. freiem Blutfluss, kann die Ischämiezeit auf bis zu 120 Min. ausgedehnt werden<sup>37, 41</sup>.

### **2.3.10 Lebertamponade**

Ist der Patient insgesamt schwer verwundet, sollte er initial mit einer Lebertamponade bzw. einem perihepatischen Packing mit Bauchtüchern und/ oder Rollen versorgt werden und schnellstmöglich zur weiteren Versorgung in ein Leberzentrum transportiert werden. Auch in Traumazentren wird in vielen Fällen das Packing als erste Versorgung angewendet, wenn der Patient intraoperativ hämodynamisch nicht zu stabilisieren ist, andere schwerwiegende Verletzungen Priorität haben oder aus anderen Gründen eine minimale Intervention mit optimaler Wirkung erwünscht ist. Das Packing sollte nach Möglichkeit von außen um die Leber herum erfolgen. Es besteht die Möglichkeit die Tamponade direkt intraparenchymal zu setzen, allerdings werden bei dieser Methode die Wundränder weiter auseinander gedrängt, statt zusammengeführt.

Bei der Lebertamponade von außen wird folgendes Vorgehen empfohlen: Die Leber wird etwas aus ihrem Bett luxiert und dabei manuell komprimiert, um den weiteren Blutverlust so gering wie möglich zu halten. Dann werden die Bauchtücher von dorsal und kaudal um die Leber herum gelegt, um sie nach kranial-ventral zu tamponieren. Eventuell ist es hierzu notwendig, die Leberunter- und -hinterseite, vor allem rechts von den Peritonealanhaftungsstellen scharf zu lösen. Die Tamponade muss sehr fest ausgeführt werden, um eine effektive Blutstillung zu erreichen. „Dabei muss ggf. ein potentiell parenchymschädigender Kompressionseffekt in Kauf genommen werden. Wenn dies aufgrund der Verletzungsart möglich ist, wird man versuchen, das Gebiet der Lebervenenmündung weniger zu komprimieren.“<sup>42</sup> Der große Nachteil des Packings ist die Kompression der Vena Cava und damit eine Verschlechterung der hämodynamischen Situation. Des Weiteren kommt es zu einer Verminderung des Blutrückstromes zum Herzen und zu einer geringeren Oxygenierung des Blutes und die Kreislaufverhältnisse werden weiter negativ beeinflusst. Dies ist insofern ein Dilemma, als dass die periphere Tamponade genau mit dem Ziel der Kreislaufstabilisierung bei stark blutenden



Patienten angewendet wird<sup>43</sup>. Schwierig erscheint, eine generelle Empfehlung für den besten Zeitraum zum Entfernen der Bauchtücher zu geben. Die Infektionsgefahr wächst durch eventuelle Nekrosen je länger die Tamponade besteht, gleichzeitig steigt der positive zu erwartende Tamponadeeffekt mit endgültiger Blutstillung. Ein geplanter second look nach 48-72h scheint ratsam, denn so lassen sich die Bauchtücher in einem angemessenen zeitlichen Rahmen bei erfolgter Koagulation entfernen, eventuell erneuern oder es lässt sich eine andere Methode zur Blutstillung finden<sup>30, 32</sup>.

In der Literatur wird die Tamponade mit dem Omentum majus beschrieben<sup>44</sup>. Dabei wurde ein isolierter Omentum majus Pedikel in den Parenchymdefekt platziert und mit Nähten befestigt. Dies scheint wegen der geringen Infektionsgefahr sinnvoll, wird aber selten durchgeführt.

### **2.3.11 Netz**

Eine noch relativ neue Alternative zum perihepatischen Packing ist die Anwendung eines Leber- Wrappings mit Hilfe eines Netzes. Diese Methode wurde bei Milzverletzungen zur Organerhaltung entwickelt. Das resorbierbare Netz wird um die Leber herum gelegt und unter Zugspannung zusammengenäht<sup>45, 46</sup>. Dabei darf das Ligamentum hepatoduodenale nicht zu stark komprimiert werden. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sie sehr zeitaufwendig und teuer ist und nicht so schnell angewendet werden kann wie die konventionelle Lebertamponade.

### **2.3.12 Laser**

In der Chirurgie wird nach weiteren Methoden zur optimalen Versorgung der Leberverletzungen gesucht. Dabei werden die Techniken, die ohne Naht auskommen aufgrund der beschriebenen Komplikationen bevorzugt. Eine der neueren Methoden ist die Anwendung eines Lasers in Kombination mit Albumin, um so die getrennten Parenchymränder wieder fest miteinander zu verbinden. Diese Methode kann sehr schnell angewendet werden. Bei starken Blutungen trägt dies zu kurzen Ischämiezeiten bei und es werden keine weiteren Parenchymschäden gesetzt. Nach Tierversuchen mit dieser Methode gibt es die ersten positiven Ergebnisse einer Blutungskontrolle durch „Laserverschweißung“ des Parenchyms mittels Humanalbumin. Die Zukunft wird zeigen, ob diese Methode auch bei Menschen zur Anwendung kommen wird<sup>47</sup>.

### **2.3.13 Ultima Ratio: Lebertransplantation**

Die Lebertransplantation ist und bleibt die letzte Therapieoption und wird bei Lebertraumen sehr selten angewandt. Denn nur wenige Patienten erleiden Traumen, die die gesamte Leber zerstören. Der Mangel an Spenderorganen und die schlechte Überbrückbarkeit in der anhepatischen Phase sind limitierende Faktoren. Sind jedoch beide Leberlappen zerstört, dies ist eher bei stumpfen Traumen gegeben, bleibt nur die Lebertransplantation als letzte Therapieoption. Die Transplantation muss, anders als bei chronischen Lebererkrankungen sehr schnell erfolgen. Die Indikation zur Transplantation kann unter Umständen zweizeitig gestellt werden, wenn trotz anfänglicher erfolgreicher Versorgung mit Hämostase und Debridement von nekrotischem Gewebe, das verbleibende Lebergewebe nicht die volle metabolische Leistung aufnehmen kann und dem Patienten ein Leberversagen droht<sup>48</sup>. Die Prognose ist nicht nur vom Schweregrad der Verletzung, sondern auch von den Komplikationen nach der Erstversorgung abhängig. Seit Beginn der 1990er Jahre werden einzelne Fälle mit erfolgreicher Lebertransplantation nach Lebertrauma beschrieben. In keiner dieser Fallbeschreibungen wird eine Leber direkt transplantiert, meist erfolgt das Leberversagen erst sekundär nach einigen Tagen oder Wochen. Einige dieser Patienten erhielten mehrere Lebertransplantationen nach Graft-Versagen<sup>49, 50</sup>. Wenn nicht sofort ein Spenderorgan verfügbar ist und der Patient ein „toxic liver syndrome“ entwickelt oder eine Blutstillung nicht möglich ist, berichten Ringe et al. von guten Erfahrungen einer Hepatektomie mit portocavalem Shunt und folgender Lebertransplantation<sup>51</sup>. Das „toxic liver syndrome“ wird als Multiorganversagen nach Leberversagen definiert. Es soll durch die Entfernung der nekrotischen Leber verhindert werden. Heute gibt es die ersten Leberersatzverfahren, die eine Überbrückung der anhepatischen Phase mit geringeren Komplikationen irgendwann zulassen werden.

## **2.4 Statistik**

Die Daten wurden von der Access (Microsoft® Windows XP 2000 und Microsoft® Office Enterprise 2007) Datenbank in SPSS für Windows, Version 14.0 (SPSS Inc., U.S.A.) überführt. Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS durchgeführt. Die Darstellung der kontinuierlichen Variablen erfolgte als Mittelwert, während als Streumaß die Standardabweichung gewählt wurde. Die kontinuierlichen Variablen wurden mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Während einige der getesteten Variablen keine Normalverteilung aufwiesen (Kolmogorov-Smirnov-Test:  $p < 0,05$ ), konnte für andere Variablen eine Normalverteilung berechnet werden (Kolmogorov-Smirnov-

Test:  $p \geq 0,05$ ). Bei den Mittelwertvergleichen wurden daher Tests für normalverteilte Stichproben und nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen. Beim Vergleich von zwei unabhängigen, normalverteilten Stichproben wurde der t-Test verwendet, während bei nicht normalverteilten Stichproben der Mann-Whitney-U-Test als nichtparametrisches Verfahren durchgeführt wurde. Die kategorisierten Daten dagegen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests, bzw. des exakten Tests nach Fisher ausgewertet. Bei Verwendung des Chi-Quadrat- Tests wurden die erforderlichen Testvoraussetzungen erfüllt, so dass bei allen Tests weniger als 20% der erwarteten Häufigkeit kleiner 5 war. Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert  $< 0,05$  als statistisch signifikant angenommen wurde. Die Überlebensstatistiken wurden mit Kaplan-Meier-Analysen durchgeführt. Dabei wurden kontinuierliche Daten durch den Mittelwert kategorisiert, so dass ein Vergleich der Mortalität in den beiden Gruppen erfolgen konnte. Als Testverfahren zum Vergleich der Sterberaten wurde Log Rank verwendet. In die multivariate Analyse wurden die Parameter einbezogen, die in den univariaten Kaplan-Meier-Analysen als signifikant identifiziert wurden. Die Analyse wurde mit der binär logistischen Regression durchgeführt, wobei ebenfalls ein  $p < 0,05$  als statistisch signifikant angenommen wurde.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Patienten**

Das untersuchte Patientenkollektiv von 168 konsekutiven Patienten bestand aus 117 Männern (70%) und 51 Frauen (30%). Das Alter betrug im Mittelwert  $34,18 \pm 15,56$  Jahre. Im stationären Beobachtungszeitraum sind 25 Patienten (15%) an den Folgen ihres Traumas verstorben. Der stationäre Aufenthalt betrug im Mittel  $31,24 \pm 43,92$  Tage und die mittlere intensivstationäre Liegedauer  $13,62 \pm 19,3$  Tage. Die 112 beatmungspflichtigen Patienten wurden im Mittel  $8,31 \pm 14,18$  Tage beatmet.

### **3.2 Verletzungsmechanismen**

Von den 168 Studienpatienten erlitten 136 (81%) Patienten ein stumpfes Trauma, wobei der Hauptunfallmechanismus aus Verkehrsunfällen (63% aller Pat. mit einem stumpfen Bauchtrauma) und Stürzen aus großer Höhe (11%) bestand. Sechs (4%) Patienten erlitten stumpfe Bauchtraumen im Rahmen von häuslichen Unfällen oder infolge einer Reanimation. Von den 136 Patienten mit einem stumpfen Bauchtrauma hatten 86 Patienten einen Verkehrsunfall. Dieses entspricht 51% der gesamten Patienten und 63% der Patienten mit einem stumpfen Bauchtrauma. Sechszwanzig (27%) der verunfallten Patienten verunglückten mit dem Auto, davon 34 als Fahrer und 12 als Beifahrer. Das sind insgesamt 53% der Patienten mit stumpfem Trauma. Sechzehn (10%) Patienten hatten einen Motorradunfall. Fünfzehn Patienten (9%) waren als Fußgänger von einem Auto und zwei (1%) von einer U-Bahn erfasst worden. Vier Patienten (2%) waren in einen Verkehrsunfall verwickelt und wurden dabei von einem LKW erfasst. Drei (2%) Patienten zogen sich bei einem Sturz mit dem Fahrrad ein stumpfes Bauchtrauma zu. Stürze aus großer Höhe erlitten insgesamt 42 (25%) der Patienten. Dieses entspricht 31% der stumpfen Bauchtraumen. Von diesen Patienten stürzten sechzehn (10%) in suizidaler Absicht aus großer Höhe. Elf (7%) Patienten erlitten einen Unfall im Rahmen von Fensterstürzen unklarer Ursache. Zwei Patienten (1%) zogen sich eine Sportverletzung zu. Dabei erlitt ein Patient eine Leberverletzung nach Sprung vom Dreimeterbrett und ein Patient nach einem Absturz mit einem Ultraleichtflugzeug.

Zweiunddreißig (19%) Patienten erlitten ein penetrierendes Trauma. Davon hatten 24 (14%) Patienten eine Stichwunde und sieben (4%) Patienten eine Schussverletzung. Ein Patient (<1%) erlitt eine Pfählungsverletzung bei einem Sturz auf einen Metallzaun.

### 3.3 Leberverletzungen

Die Leberverletzungen wurden nach Moore et al. eingeteilt und die betroffenen Segmente erfasst<sup>26</sup>. Es wurde gesondert auf den stumpfen oder penetrierenden Verletzungsmodus geachtet. Am häufigsten wurde dabei eine Leberverletzungen nach Moore Grad II und III beobachtet. Die folgende Tabelle zeigt die Therapie der Leberverletzungen in Bezug auf das verursachende Trauma und den Grad der Leberverletzung. Moore II Verletzungen wurden in der Gruppe der Patienten mit einem stumpfen Traumen annähernd gleich häufig operiert und konservativ behandelt. Bei penetrierenden Verletzungen wurde immer operiert.

Einteilung der Leberverletzung (Moore)	Stumpfe Traumen n = 136		Penetrierende Traumen n = 32	
	Anzahl konservativ/ versorgter Patienten	n = 50	n = 86	n = 0
Moore I n=20 (12%)	9	6 (1)	0	5
Moore II n=82 (48,8%)	33 (4)	34 (10)	0	15
Moore III n= 45 (26,8)	7	29 (4)	0	9
Moore IV n=16 (9,5%)	1	14 (5)	0	1
Moore V n=5 (3%)	0	3	0	2 (1)
Verstorbene Pat.	4	20	0	1

(Verstorbene Patienten)

**Tab. 11:** Grad der Leberverletzung in Bezug auf das Trauma und die Therapie.

Eine isolierte Verletzung des rechten Leberlappens (Segmente 4-8) hatten 136 Patienten (81%), während der Linke bei 62 Patienten (37%) verletzt war. Bei insgesamt 31 Patienten (18%) waren beide Leberlappen verletzt. Davon wiesen drei (2%) Patienten eine Verletzung nach Moore Grad I auf, 14 (8%) Patienten waren zweitgradig, acht (6%) drittgradig, drei (2%) viertgradig und drei (2%) fünftgradig verletzt.

Moore (Grad)	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4a+b	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
	3%	8,50%	8,90%	17,40%	13,76%	16,19%	17,80%	13,76%
I	2	4	3	4	2	2	2	3
II	3	10	7	24	16	17	20	19
III	3	3	7	11	13	17	14	7
IV	1	3	4	3	2	3	5	3
V	0	1	1	1	1	1	3	2

**Tab. 12:** Verletzungen nach Segmenten in der Moore Klassifikation.

### 3.4 *Konservative Therapie*

Es wurden 50 Patienten (30%) mit einer Leberverletzung im Rahmen eines Polytraumas konservativ behandelt. Alle konservativ therapierten Patienten hatten ein stumpfes Abdominaltrauma erlitten, welches in der überwiegenden Mehrheit durch einen Verkehrsunfall verursacht worden war. Die folgende Statistik für die konservativ behandelten Patienten ist aufgrund des kleinen Kollektives nur bedingt aussagekräftig.

#### 3.4.1 Demographische Daten der konservativ behandelten Patienten

Die konservativ therapierten Patienten waren im Mittel  $33,98 \pm 17,32$  Jahre alt und zu 59% männlich. Die verstorbenen konservativ behandelten Patienten waren im Durchschnitt knapp neun Jahre älter als die überlebenden Patienten.

Variable	Überlebende Pat. n = 46 (%)	Verstorbene Pat. n = 4 (%)	<i>p</i>
Alter	33,28±17,32	42±16,45	0,283
Männlich	27 (58,7)	2 (50)	1
Verkehrsunfall	35 (76,8)	2 (50)	0,275
Sturz	9 (19,6)	2 (50)	0,206
Suizidversuch	3 (6,5)	1 (25)	0,291

**Tab. 13:** Demographische Daten der konservativ therapierten Patienten.

### 3.4.2 Initiale Diagnostik der konservativ behandelten Patienten

Variable	Überlebende Pat. n = 46 (%)	Verstorbene Pat. n = 4 (%)	p
<u>Sonographie</u>	40 (88,9)	3 (75)	0,418
Freie Flüssigkeit	16 (39)	2 (50)	1
Leberhämatom	20 (48,8)	0	0,117
Leberruptur	2 (4,9)	0	1
Milzruptur	3 (7,3)	0	1
<u>Computertomographie</u>	41 (91,1)	3 (75)	0,359
Freie Flüssigkeit	22 (50)	2(50)	1
Leberhämatom	33 (76,7)	2 (50)	0,266
Leberruptur	7 (16,3)	2 (50)	0,16
Milzruptur	4 (9,3)	0	1
<u>Initiale Blutprodukte</u>			
EK im Schockraum	14 (38,9)	1 (33,3)	1
FFP im Schockraum	8 (22,2)	0	1
<u>Initiale Laborparameter</u>			
Hämoglobin g/dl	10,93 ±2,05	7,75 ±3,5	0,06
Leukozytenzahl /nl	11110,5 ±13498,11	7582,5 ±2207,99	0,324
Thrombozytenzahl /nl	15519,76 ±69193,98	73 ±40,58	<b>0,013</b>
ASAT U/l	228,25 ±203,92	70 ±26,211	0,58
<u>Skalierungen</u>			
GCS Punkte	11,9 ±4,24	7,25 ±2,99	<b>0,028</b>
PTS Punkte	36,67 ±17,85	44,75 ±33,34	0,816
ISS Punkte	31,57 ±14,17	67,5 ±9,26	<b>0,002</b>
Schock-Index	0,823±0,38	0,673±0,072	0,583

**Tab. 14:** Initiale Diagnostik bei konservativ behandelten Patienten.

Es haben 44 der insgesamt 50 konservativ behandelten Patienten eine Computertomographie (CT) erhalten. Bei den überlebenden Patienten wurde in 39% in der Sonographie und in 50% in der CT freie abdominale Flüssigkeit gefunden und in 48,8% bzw. 76,7% ein Leberhämatom

diagnostiziert. Es ergaben sich jedoch keine Signifikanzen. Von den Patienten, die in der CT eine Leberruptur aufwiesen konnten neun (5%) Patienten konservativ behandelt werden.

Die Leberenzyme waren bei den überlebenden Patienten deutlich höher als bei den Verstorbenen, eine Signifikanz ergab sich jedoch nicht ( $p=0,58$ ). Der Gerinnungsstatus, hier durch die Thrombozytenzahl ( $p=0,013$ ) angezeigt, war bei den überlebenden Patienten signifikant besser. Für die Leukozytenzahl und den Hämoglobingehalt ließen sich keine Signifikanzen berechnen. ISS ( $p=0,002$ ) und GCS ( $p=0,028$ ) waren bei den verstorbenen Patienten signifikant schlechter als bei den überlebenden Patienten.

### 3.4.3 Details der Leberverletzungen der konservativ behandelten Patienten

Variable	Überlebende Pat. n = 46 (%)	Verstorbene Pat. n = 4 (%)	p
Segment 1	4 (9,3)	0	1
Segment 2	3 (7)	1 (25)	0,308
Segment 3	3 (7)	0	1
Segment 4	16 (37,2)	2 (50)	0,631
Segment 5	14 (32,6)	1 (25)	1
Segment 6	12 (27,9)	2 (50)	0,572
Segment 7	10 (23,3)	2 (50)	0,266
Segment 8	13 (31)	2 (50)	0,587
Leberruptur	24 (52,2)	3 (75)	0,614
Leberkapselhämatom	11 (24,4)	2 (50)	0,284
Zentrales Leberhämatom	28 (62,2)	3 (75)	1
<u>Einteilung nach Moore (Grad)</u>			
Moore I	9 (19,6)	0	1
Moore II	29 (63)	4 (100)	0,285
Moore III	7 (15)	0	1
Moore IV	1 (2,2)	0	1
Moore V	0	0	

**Tab. 15:** Details der Leberverletzungen konservativ behandelter Patienten.



Bei den konservativ behandelten Patienten war der rechte Leberlappen deutlich häufiger betroffen als der linke. Es zeigte sich bei zehn Patienten eine Leberruptur, die bei neun Patienten in der initialen CT Untersuchung aufgefallen war. Insgesamt waren Verletzungen wie Moore I-III am häufigsten. Die konservativ behandelten verstorbenen Patienten wiesen alle vier eine Leberverletzung nach Moore Grad II auf. Bezüglich des Leberverletzungsmusters und des Moore Grads zeigte sich kein Unterschied des Signifikanzniveaus im Vergleich zwischen den verstorbenen und überlebenden Patienten, die konservativ behandelt wurden.

### 3.4.4 Begleitverletzungen der konservativ behandelten Patienten

Variable	Überlebende Pat. n = 46 (%)	Verstorbene Pat. n = 4 (%)	<i>p</i>
Neurologisch	31 (67,4)	4 (100)	0,302
Thorax	40 (87)	4 (100)	1
Abdominal	21 (45,7)	3 (75)	0,34
Frakturen	42 (91,3)	4 (100)	1

Mehrfachnennungen möglich, daher teilweise >100%

**Tab. 16:** Begleitverletzungen konservativ therapierter Patienten.

Die Anzahl der Begleitverletzungen unterschieden sich in der Gruppe der konservativ behandelten Patienten zwischen den überlebenden und verstorbenen Patienten nicht signifikant.

### 3.4.5 Verlauf nach konservativer Therapie

Die verstorbenen Patienten erhielten signifikant mehr Transfusionen von Blut und Blutprodukten auf der Intensivstation (ITS) als die überlebenden Patienten. Konservativ behandelte Patienten mit Komplikationen zeigten in unserem Kollektiv eine geringe Sterblichkeit. Zwei Patienten mit akutem Nierenversagen verstarben. In der Labordiagnostik waren bei den Verstorbenen im Verlauf die Leukozyten und Thrombozyten signifikant erniedrigt.

Variable	Überlebende Pat. n = 46 (%)	Verstorbene Pat. n = 4 (%)	p
Krankenhaustage	25,85 ±22,69	11,25 ±13	0,1
ITS- Liegedauer in Tagen	10,12 ±11,6	11,5 ±13,48	0,873
EK- Anzahl ITS	2,1 ±4,47	15,25 ±23,315	<b>0,043</b>
FFP-Anzahl auf der ITS	1,69 ±4,09	15,75 ±23,13	<b>0,022</b>
Beatmungsdauer in Tagen	5,74 ±9,152	11,5 ±13,48	0,162
Patienten mit Komplikationen	3 (6,5)	2 (50)	<b>0,045</b>
Abdominale Komplikationen	3 (6,5)	0	1
Akutes Nierenversagen	0	2 (50)	<b>0,005</b>
<u>Laborparameter im Verlauf</u>			
Hämoglobin g/dl	11,84 ±2,19	10 ±4,36	0,685
Leukozyten /nl	9,66 ±4,07	5,3 ±0,14	<b>0,037</b>
Thrombozyten /nl	1121,11 ±4379,35	63 ±4217,01	<b>0,004</b>
ASAT U/l	29,13 ±21,357	83,67 ±75,368	0,054

**Tab. 17:** Verlauf der konservativ behandelten Patienten.

### 3.5 Chirurgische Therapie

Nach initialer Diagnostik wurde die Indikation zur explorativen Laparotomie bei 118 Patienten (70% aller Pat.) gestellt. Von den operierten Patienten überlebten 97 (82%), diese waren im Durchschnitt 34,31±15,24 Jahre alt, wohingegen die verstorbenen Patienten mit durchschnittlich 34,1±13,32 Jahren etwas älter waren.

#### 3.5.1 Demographische Daten der operierten Patienten

Das Alter und das Geschlecht der operierten Patienten hatte keinen Einfluss auf das Überleben. Insgesamt war das Überleben nach stumpfen (p=0,013) und penetrierenden (p=0,013) Verletzungen gut, denn es überlebten signifikant mehr der operierten Patienten als verstarben.

Variable	Überlebende Pat. n = 97 (%)	Verstorbene Pat. n = 21 (%)	p
Alter	34,31±15,24	34,1±13,32	0,814
männlich	74 (76,3)	14 (66,7)	0,41
<u>Abdominaltrauma</u>			
Stumpf	66 (68)	20 (95,2)	<b>0,013</b>
Verkehrsunfall	42 (43,3)	7 (33,3)	0,47
Sturz	20 (20,6)	11 (52,4)	<b>0,005</b>
Penetrierend	31 (32)	1 (4,8)	<b>0,013</b>
Stichverletzung	23 (23,7)	1 (4,8)	0,07
Suizidversuch	15 (15,5)	4 (19)	0,744

**Tab. 18:** Demographische Daten der operierten Patienten.

### 3.5.2 Initiale Diagnostik der operierten Patienten

In der Diagnostik gibt es vier Parameter, die signifikante Unterschiede ergaben: Das mittlere präoperative Hämoglobin war bei den verstorbenen gegenüber den überlebenden Patienten signifikant erniedrigt ( $p < 0,001$ ). Der GCS war bei den verstorbenen Patienten im Vergleich mit den überlebenden Patienten signifikant niedriger ( $p = 0,005$ ). Die verstorbenen Patienten wiesen einen signifikant höheren PTS ( $p = 0,016$ ) und ISS ( $p < 0,001$ ) auf als die Patienten, die überlebten.

Variable	Überlebende Pat. n = 97 (%)	Verstorbene Pat. n = 21(%)	p
<u>Sonographie</u>	78 (80,4)	18 (85,7)	0,761
Freie Flüssigkeit	59 (62,8)	16 (84,2)	0,07
Leberhämatom	14 (14,7)	2 (10,5)	1
Leberruptur	13 (13,7)	0	0,121
Milzruptur	6 (6,3)	0	0,587
<u>Computertomographie</u>	55 (56,7)	10 (47,6)	0,477
Freie Flüssigkeit	41(43,2)	8 (38,1)	0,808
Leberhämatom	25 (25,8)	3 (15)	0,396
Leberruptur	28 (28,9)	2 (10)	0,096
Milzruptur	9 (9,4)	3 (15)	0,432
<u>Initiale Blutprodukte</u>			
Pat. mit Erythrozytenkonzentraten	46 (63,9)	9 (52,9)	0,419
Anzahl der EK	12,36±0,484	22,47±0,514	0,406
Pat. mit Fresh Frozen Plasma	33 (45,8)	8 (47,1)	1
Anzahl der FFP	11,34±19,1	15,33±14,87	0,227
<u>Initiale Laborparameter</u>			
Hämoglobin g/dl	11,39±5,14	7,73±3,97	<b>&lt;0,001</b>
Thrombozyten /nl	12801,21±61598,30	9486±34974,34	0,731
Leukozyten /nl	10586,31±12894,97	8617,13±7224,24	0,852
ASAT U/l	281,9±400,67	169,31±135,86	0,728
<u>Skalierungen</u>			
GCS Punkte	10,45±5,223	6,06±4,250	<b>0,005</b>
PTS Punkte	34,03±19,03	45,95±24,77	<b>0,016</b>
ISS Punkte	36,69 ±18,04	73,71 ±4,303	<b>&lt;0,001</b>
Schock-Index	1,04 ±0,37	1,05 ±0,41	0,912

**Tab. 19:** Initiale Diagnostik bei operierten Patienten.

### 3.5.3 Details der Leberverletzungen der operierten Patienten

Verletzung	Überlebende Pat.	Verstorbene Pat.	<i>p</i>
	n = 97 (%)	n = 21 (%)	
Segment 1	4 (4,3)	1 (5,9)	0,572
Segment 2	13 (13,8)	4 (23,5)	0,292
Segment 3	16 (17)	4 (23,5)	0,504
Segment 4	21 (22,3)	5 (29,4)	0,541
Segment 5	17 (18,3)	2 (11,8)	0,732
Segment 6	24 (25,5)	2 (11,8)	0,351
Segment 7	30 (31,9)	3 (17,6)	0,387
Segment 8	18 (19,8)	1 (5,9)	0,297
Biliäre Verletzung	6 (6,2)	1 (4,8)	1
Arteria hepatica propria	2 (2,1)	0	1
Vena Portae	0	1 (4,8)	0,178
Leberruptur	65 (67)	12 (57,1)	0,451
Leberkapselhämatom	13 (13,8)	2 (10,5)	1
Zentrales Leberhämatom	18 (19,1)	4 (21,1)	1
<u>Einteilung nach Moore (Grad)</u>			
Moore I	10 (10,3)	1 (4,8)	0,686
Moore II	39 (40,2)	10 (47,6)	0,627
Moore III	34 (35,1)	4 (19)	0,201
Moore IV	10 (10,3)	5 (23,8)	0,14
Moore V	4 (4,1)	1 (4,8)	1

**Tab. 20:** Details der Leberverletzungen operierter Patienten.

Die Einteilung der Leberverletzungen nach Segmenten ergab keine Signifikanzen. Biliäre Verletzungen und Verletzungen der Arteria hepatica propria und Vena portae zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den überlebenden und verstorbenen Patienten. Die Leberverletzungen der verstorbenen Patienten nach Laparotomie bestanden hauptsächlich aus Moore Grad II (47,6%) und Grad IV (23,8%) Verletzungen. Während die überlebenden Patienten überwiegend Moore Grad II (40,2%) und III (35,1%) Verletzungen aufwiesen. Diese Unterschiede sind nicht signifikant.

### 3.5.4 Details der operativen Therapie

Methode	Überlebende Pat.	Verstorbene Pat.	<i>p</i>
	n = 97 (%)	n = 21 (%)	
<u>Leberresektion</u>	12 (13,8)	5 (27,8)	0,164
Hemihepatektomie links	0	2 (9,5)	0,3
Hemihepatektomie rechts	11 (11,3)	0	0,209
Wedgeresektion	4 (4,1)	0	1
Infrarotkoagulation	72 (75)	9 (45)	<b>0,014</b>
Übernähung	54 (56,3)	12 (57,1)	1
Pringle Manöver	5 (5,2)	2 (10,0)	0,342
Peripheres Packing	23 (23,7)	8 (40)	0,165
Leberarterienligatur	1 (1)	0	1
Gefäßligatur	7 (7,3)	1 (5,0)	1
Vena Cava Rekonstruktion	3 (3,1)	1 (5)	0,536
Umstechung	15 (15,6)	1 (5)	0,299
Fibrinkleber	48 (50)	4 (20)	<b>0,015</b>
Kollagenvlies	28 (29,2)	4 (20)	0,583
Operationszeit (Min.)	154,15±125,01	152,47±70,21	0,509
Intraop. EK Gabe	86 (93,5)	21 (100)	0,591
Blutverlust (ml)	2135,22±2367,92	4730,77±3186,01	<b>0,001</b>
Intraop. Anzahl von EK	9,2 ±11,46	29,76±20,60	<b>&lt;0,001</b>
Intraop. Anzahl von FFP	9,75±12,4	24,8±29,158	<b>0,001</b>

Einige Methoden wurden aufgrund der Verletzungen mehrfach angewendet.

#### Tab. 21: Operatives Vorgehen.

Eine Hemihepatektomie rechts wurde bei elf Patienten (7%) durchgeführt, wobei alle Patienten den Eingriff überlebten. Die blutstillenden Maßnahmen einer Infrarotkoagulation, Übernähung, peripheres Packing, Fibrinkleber und Kollagenvlies wurden am häufigsten angewendet. Signifikant häufiger war die Anwendung von Infrarotkoagulation ( $p=0,014$ ) und Fibrinkleber ( $p=0,015$ ) bei den überlebenden als bei den verstorbenen Patienten. Die mittlere Operationszeit wies bei überlebenden (154,15±125,01 Min.) und verstorbenen Patienten (152,47±70,21 Min.) keinen signifikanten Unterschied auf. Der Blutverlust war bei den verstorbenen Patienten um mehr als das Doppelte erhöht, dies ist signifikant ( $p=0,001$ ). Die Anzahl der verabreichten

Bluttransfusionen ( $p < 0,001$ ) und Plasmagaben ( $p = 0,001$ ) war bei den verstorbenen Patienten im Vergleich zu den überlebenden signifikant höher.

### 3.5.5 Begleitverletzungen der operierten Patienten

Variable	Überlebende Pat. n = 97 (%)	Verstorbene Pat. n = 21 (%)	<i>p</i>
Neurologisch	40 (41,2)	13 (61,9)	0,96
Thorax	62 (63,9)	16 (76,2)	0,321
Vena Cava	4 (4,1)	1 (4,8)	1
Abdominal	66 (68)	14 (66,7)	1
Frakturen	57 (58,8)	15 (71,4)	0,331

Neurologisch= Schädel-Hirntrauma I-III°, intrakranielle Blutung, Querschnitt

Mehrfachnennungen möglich, daher teilweise > 100%

**Tab. 22:** Begleitverletzungen der operierten Patienten.

Die häufigste abdominale Begleitverletzung war eine Läsion der Milz. In 39 Fällen (23% aller Pat.) hatten die Patienten eine initiale Milzruptur, fünf (3% aller Pat.) Patienten wiesen ein Milzhämatom auf und zu einer zweizeitigen Ruptur der Milz kam es bei einem Patienten (1% aller Pat.). Von diesen 45 Patienten mit Milzverletzung wurden 32 auch an der Milz operiert. Eine Verletzung der Nieren wurden in 30 Fällen (18% aller Pat.) beobachtet, wobei mit 17 Patienten die rechte Niere häufiger betroffen war. Insgesamt seltener wiesen die untersuchten Patienten Verletzungen der anderen Abdominalorgane auf. Eine Verletzung des Pankreas hatten acht Patienten, der Magen war bei 13 Patienten mit verletzt, eine Darmverletzung wiesen zwölf Patienten auf und das Urogenitalsystem war bei sieben Patienten betroffen. Extraabdominelle Verletzungen betrafen besonders das Becken mit B- und C-Frakturen bei 38 Patienten, Kopfverletzungen mit einem SHT III° verzeichneten wir bei 32 Patienten und intrakraniellen Blutungen traten häufig in Kombination mit einem SHT III° bei 28 Patienten auf.

Variable	n = 80 (%)
Milz	45 (26,8)
Nieren	30 (17,9)
Darm	12 (7,1)
Magen	13 (7,7)
Pankreas	8 (4,8)

Mehrfachnennungen möglich, daher teilweise >100%.

**Tabelle 23:** Abdominale Begleitverletzungen aller Patienten

Prozentual waren Verletzungen wie SHT III°, intrakranielle Blutung, Beckenfrakturen, Milz- und Nierenverletzungen bei den Patienten häufiger, die nicht überlebt haben, ohne sich jedoch signifikant von den Verletzungen der überlebenden Patienten zu unterscheiden.

### 3.5.6 Postoperativer Verlauf

In der Berechnung der Variablen des postoperativen Verlaufes ergaben sich signifikante Werte für die Krankenhausaufenthaltsdauer. So war die Aufenthaltsdauer der überlebenden Patienten signifikant höher ( $p < 0,001$ ) mit  $35,42 \pm 28,58$  Tagen im Vergleich zu  $0,43 \pm 8,11$  Tage der verstorbenen Patienten, 18 Patienten sind in den ersten 24 Stunden verstorben. Die ITS Liegedauer ( $p < 0,001$ ) der überlebenden Patienten und die Beatmungsdauer ( $p < 0,001$ ) waren beide signifikant länger als bei den Patienten, die verstorben sind. Die postoperative Leukozytenzahl war bei den überlebenden Patienten signifikant höher als bei den Verstorbenen ( $p = 0,037$ ), während die postoperative ASAT bei den Verstorbenen signifikant höher war ( $p = 0,016$ ).



Variable	Überlebende Pat. n = 97 (%)	Verstorbene Pat. n = 21 (%) (davon 18 in den ersten 24 h verstorben)	p
Aufenthalt (Tage)	35,42±28,58	0,43±8,11	< <b>0,001</b>
Intensivstation (Tage)	17,84±22,58	0,72±1,23	< <b>0,001</b>
EK- Anzahl ITS	6,38±10,10	11,14±13,85	0,526
FFP-Anzahl ITS	6,47±10,75	6±8,26	0,945
Beatmungsdauer (Tage)	11,06±16,91	0,76±1,2	< <b>0,001</b>
Postoperative Komplikationen	42 (43,3)	10 (47,6)	0,81
<u>Chirurgische Komplikationen</u>	13 (13,4)	18 (85,7)	< <b>0,001</b>
Nachblutung	16 (16,7)	3 (14,3)	1
Relaparotomie	33 (34)	2 (9,5)	<b>0,033</b>
Akutes Nierenversagen	8 (8,2)	0	0,348
<u>Laborparameter (postoperativ)</u>			
Hämoglobin g/dl	11,56±1,94	10,5±0,71	0,267
Leukozyten /nl	9,66±4,07	5,3±0,14	<b>0,037</b>
Thrombozyten /nl	10138,01±59457,01	24515,5±34626,31	0,973
ASAT U/l	23,81±18,15	891±1073,39	<b>0,016</b>

**Tab. 24:** Postoperativer Verlauf.

### 3.6 Vergleich operativer versus konservativer Therapie

#### 3.6.1 Demographie

Es gibt keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen der Behandlungsart und dem Alter ( $p=0,723$ ). Ein Unterschied zwischen operativ und konservativ behandelten Patienten hinsichtlich der Aufenthaltsdauer ließ sich nicht nachweisen ( $p=0,637$ ). Die operative Therapie überwog insgesamt, ( $p=0,043$ ). Operierte Frauen waren im Mittel mehr als vier Jahre älter als Männer, jedoch besteht diesbezüglich keine statistische Signifikanz ( $p=0,305$ ). Die Art der Therapie hatte keinen Einfluss auf das Überleben und eine statistische Signifikanz besteht nicht ( $p=0,153$ ).

Variable	Konservative Therapie n= 50 (%)	Operative Therapie n=118 (%)	<i>p</i>
Alter	33,98±17,25	34,27±14,86	0,723
männlich	29 (58)	88 (75)	<b>0,043</b>
Aufenthalt	32,0 ± 63,09	30,90±32,62	0,637
Verstorbene Pat.	4 (8)	21 (18)	0,153

**Tab. 25:** Vergleich konservative versus operative Therapie: Demographie.

### 3.6.2 Verletzungsmechanismen und Trauma

Patienten mit penetrierenden Verletzungen, stumpfen Traumen und Verkehrsunfall wurden signifikant häufiger operiert ( $p < 0,001$ ) als Patienten mit anderen Verletzungsmechanismen.

Anhand der Moore-Klassifikation ergaben sich folgende Signifikanzen: Moore II Verletzungen kamen in unserer Studie am häufigsten vor und es erfolgte signifikant oft bei diesen Patienten eine Operation der Leberverletzung ( $p = 0,004$ ). Patienten mit Moore III ( $p = 0,021$ ) und Moore IV ( $p = 0,041$ ) wurden ebenfalls signifikant häufiger an der Leber operiert als konservativ behandelt. Nach einem diagnostizierten Leberhämatom wurde signifikant seltener operiert ( $p < 0,001$ ). Dies wird von der Patientenzahl mit zentralem Leberhämatom untermauert, die signifikant seltener operiert wurden ( $p < 0,001$ ). Wenn intraabdominal andere Verletzungen vorlagen, wurde signifikant häufiger eine operative Versorgung der Leber durchgeführt ( $p = 0,023$ ). Bei zusätzlichen Verletzungen des Thorax wurden die Patienten im Bezug auf die Leber signifikant seltener operativ versorgt ( $p = 0,004$ ). Sobald eine neurologische Verletzung vorlag wurden die Patienten signifikant seltener ( $p = 0,004$ ) einer chirurgischen Lebersversorgung unterzogen, dies trifft auch auf die Patienten mit zusätzlichen Frakturen zu ( $p < 0,001$ ).

Variable	Konservative Therapie	Operative Therapie	<i>p</i>
	n = 50 (%)	n = 118 (%)	
Stumpfes Trauma	50 (100)	86(73)	<b>&lt;0,001</b>
Penetrierendes Trauma	0 (0)	32(27)	<b>&lt;0,001</b>
Verkehrsunfall	37 (74)	49 (41)	<b>&lt;0,001</b>
Sturz	11 (22)	31 (26)	0,697
Suizidversuch	4 (8)	19 (16)	0,221
<u>Leberhämatom</u>	45 (92)	32 (28)	<b>&lt;0,001</b>
Kapselhämatom	13 (26)	15 (13)	0,068
Zentrales Hämatom	31 (63)	22 (19)	<b>&lt;0,001</b>
Weitere Abdominalverletzungen	24 (48)	80 (68)	<b>0,023</b>
Thoraxverletzungen	44 (88)	78 (66)	<b>0,004</b>
Schädel-Hirn-Verletzungen	35 (70)	53 (45)	<b>0,004</b>
Extremitätenfrakturen	46 (92)	72 (61)	<b>&lt;0,001</b>
Moore I	9 (18)	11 (9)	0,124
Moore II	33 (66)	49 (41)	<b>0,004</b>
Moore III	7 (14)	38 (32)	<b>0,021</b>
Moore IV	1 (2)	15 (13)	<b>0,041</b>
Moore V	0	5 (4)	0,323
Segment 1	4 (8)	5 (4)	0,452
Segment 2	4 (8)	17 (15)	0,312
Segment 3	3 (6)	20 (18)	0,82
Segment 4	18 (38)	26 (23)	0,08
Segment 5	15 (32)	19 (17)	0,056
Segment 6	14 (30)	26 (23)	0,427
Segment 7	12 (25)	33 (30)	0,701
Segment 8	15 (32,6)	19 (17,1)	0,054

**Tab. 26:** Vergleich konservativer Therapie versus Operation nach Verletzungsmechanismus und Verletzungsausmaß.

### 3.6.3 Initiale Diagnostik

Variable	Konservative Therapie n = 50 (%)	Operative Therapie n = 118 (%)	p
<u>Sonographie</u>	43 (87,8)	96 (81,4)	0,37
Freie Flüssigkeit (<500ml)	18(40)	75 (65,8)	<b>0,004</b>
Leberruptur	2,(4,4)	13 (11,4)	0,236
Leberhämatom	20 (44,4)	16 (14)	<b>&lt;0,001</b>
Milzruptur	3 (6,7)	6 (5,3)	0,713
<u>Computertomographie</u>	44 (89,8)	65 (55,1)	<b>&lt;0,001</b>
Leberruptur	9 (19,1)	30 (25,6)	0,424
Leberhämatom	35 (74,5)	28 (23,9)	<b>&lt;0,001</b>
Milzruptur	4 (8,5)	12 (10,3)	1
<u>Initiale Blutprodukte</u>			
Erythrozytenkonzentrate	5,49±7,35	15,26±17,98	<b>0,005</b>
Fresh Frozen Plasma	3,87±8,7	11,98±18,43	<b>0,001</b>
<u>Initiale Laborparameter</u>			
Hämoglobin g/dl	10,65±2,34	10,82±5,13	0,833
Leukozyten /nl	10774,5±12879,4	10278,63±12175,10	0,58
Thrombozyten /nl	14 559,75±66854,22	12279,72±58076,48	0,102
ASAT U/l	216,08±200,40	264,68±374,16	0,214
<u>Skalierungen</u>			
GCS Punkte	11,49±4,33	9,62±5,32	0,106
PTS Punkte	37,32±19,12	36,15±20,57	0,484
ISS Punkte	34,44±16,93	43,28±21,74	<b>0,032</b>
Schockindex	0,8091±0,36425	1,0386±0,3765	<b>&lt;0,001</b>

**Tab. 27:** Vergleich konservative Therapie versus Operation: Initiale Diagnostik.

Operierte Patienten hatten einen signifikant erhöhten ( $p=0,032$ ) mittleren ISS von  $43,28\pm 21,74$  gegenüber den nichtoperierten mit einem ISS von  $34,44\pm 16,93$ . Bei einem pathologischen Schockindex  $>1$  wurden die Patienten signifikant häufiger operiert ( $p<0,001$ ) als konservativ behandelt. Signifikant ( $p=0,005$ ) mehr operierte Patienten erhielten initial Transfusionen mit

Erythrozytenkonzentraten und Fresh Frozen Plasma ( $p=0,001$ ) als Patienten, die eine konservative Therapie erhielten.

### 3.6.4 Stationärer Verlauf

Variable	Konservative Therapie n = 50 (%)	Operative Therapie n = 118 (%)	p
Abdominale Komplikationen	3 (6)	33 (28)	<b>&lt;0,001</b>
Akutes Nierenversagen	2 (4,1)	8 (6,8)	0,725
Nachblutung	1 (2)	19 (16,2)	<b>0,008</b>
Lebernekrose	0 (0)	4 (3,4)	0,321
Erythrozytenkonzentrate auf ITS	3,33±8,48	6,83±10,48	<b>0,004</b>
FFP auf ITS	3±8,39	6,42±10,47	<b>0,001</b>
Aufenthalt ITS (Tage)	10,24 ±11,62	15,01±21,58	0,633
Beatmungsdauer (Tage)	6,23±9,54	9,29±15,87	0,228
Hämoglobin mg/dl	11,7±2,37	11,54±1,93	0,621
Thrombozyten /nl	1 041,75±4217,01	10 537,39 ±58805,64	0,595
ASAT U/l	35,42±34,23	48,59±195,43	0,171

**Tab. 28:** Vergleich konservative Therapie versus Operation: Komplikationen und stationärer Verlauf.

Abdominale Komplikationen wie Sub-/Ileus, abdominelle Blutungen oder eine Peritonitis traten bei den operierten Patienten signifikant häufiger auf ( $p=0,001$ ). Operierte Patienten erhielten signifikant häufiger auf der Intensivstation Transfusionen mit Erythrozytenkonzentraten ( $p=0,004$ ) und FFP ( $p=0,001$ ) als konservativ behandelte Patienten. Der Aufenthalt auf der Intensivstation war mit durchschnittlich 15,01±21,58 Tagen im Vergleich zu nicht operierten Patienten mit 11,62±11,62 Tagen etwa vier Tage länger ( $p=0,633$ ), auch die Beatmungszeiten waren bei operierten Patienten mit 9,29±15,87 Tagen etwa drei Tage länger ( $p=0,228$ ), diese Ergebnisse sind jedoch nicht signifikant. Im Verlauf zeigt sich der Hämoglobinwert der konservativ behandelten Patienten mit 11,7±2,37g/dl nur geringfügig höher als bei den operierten Patienten mit 11,54±1,93 g/dl, dies ist nicht signifikant ( $p=0,621$ ). Der Leberparenchymschaden, in dieser Analyse durch die ASAT repräsentiert, wurde in beiden Gruppen im Verlauf deutlich niedriger. Die Aufnahme ASAT der konservativ therapierten

Patienten lag bei  $216,08 \pm 200,40$  U/l und bei Entlassung betrug sie  $35,42 \pm 34,23$  U/l. Bei den operierten Patienten verhielt es sich analog: bei der Aufnahme ergab sich eine ASAT von  $264,68 \pm 374,16$  U/l und bei Entlassung  $48,59 \pm 195,43$  U/l. Im Vergleich der konservativen versus operativen Therapie ergab sich im Bezug auf die ASAT im stationären Verlauf kein signifikanter Unterschied ( $p=0,171$ ).

### 3.7 Todesursachen

Alter Jahre	Geschlecht	ISS	EK	Leberverletzung (Moore)	Todesursache	Aufenthalt (Tage)
23	m	75	6	II	SHT III°, Hirnödeme	0
39	m	56	50	II	Hirnödeme	10
43	w	64	k. A.	II	Hirnstammeinklemmung	3
63	w	25	2	II	Hirnödeme	31

**Tab. 29:** Todesursachen der konservativ behandelten Patienten (n=4).

Diese Tabelle verdeutlicht, dass die vier verstorbenen konservativ therapierten Patienten gravierende neurologische Begleitverletzungen hatten und die Leberverletzung mit Moore Grad II nicht im Vordergrund stand. Männer und Frauen waren gleich oft betroffen.

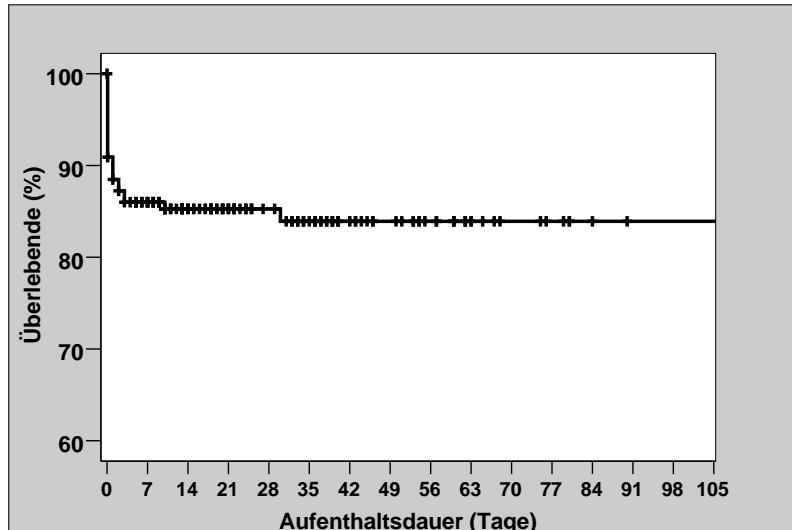
Im Gegensatz zu den konservativ therapierten Patienten sind die operierten Patienten hauptsächlich an einem Kreislaufstillstand im Rahmen einer akuten Hypovolämie und seltener an neurologischen Verletzungen verstorben. Vierzehn (67%) der verstorbenen operierten Patienten hatten einen initialen ISS von 75, der bereits tödliche Verletzungen beschreibt. Bezüglich der Leberverletzung bei den operierten Patienten hatten zehn Patienten eine Moore Grad II Verletzung, vier eine Grad III und fünf Patienten eine Grad IV Verletzung.

Alter Jahre	Geschlecht	ISS	EK	Leber-Verletzung (Moore)	Therapie	OP Dauer Min.	Todesursache	Aufenthalt (Tage)
7	m	75	16	III	Übernähung, Infrarot,	100	Lungenversagen	1
18	m	57	50	IV	Kollagenvlies Hemihepatektomie links, Packing, Übernähung, Umstechung	100	Hypovolämie	0
22	w	75	k. A.	II	k. A.	k. A.	ICB	0
23	m	75	massiv	I	Infrarot	65	Hypovolämie	0
27	m	34	19	II	Packing, Infrarot, Übernähung	240	Supratentorielle Einklemmung	3
28	m	75	k. A.	II	Infrarot	120	Hypovolämie	0
29	m	75	31	II	Übernähung		Supratentorielle Einklemmung	2
29	w	75	9	II	Übernähung	120	Hypovolämie	0
30	w	51	k. A.	IV	Hemihepatektomie links, Infrarot, Übernähung	276	Hypovolämie	0
30	m	75	20	II	Fibrinkleber	240	Hypovolämie	0
32	m	75	60	III	Packing, Infrarot, Übernähung	190	Hypovolämie	0
32	w	75	k. A.	II	Übernähung, Infrarot, Packing, Kollagenvlies	130	ICB, Hirnödeme	3
33	m	88	61	V	Packing		Hypovolämie	1
37	m	75	33	IV	Linksresektion, Packing, Fibrinkleber, Infrarot, Gefäßligatur	180	Hypovolämie	1
39	m	75	massiv	III	Notoperation		Hypovolämie	0
42	m	66	20	II	Übernähung, Infrarot	50	Hypovolämie	0
45	w	42	21	IV	Packing, Infrarot, Übernähung, Fibrin, Kollagenvlies	260	Hypovolämie	2
47	w	75	11	II	Übernähung, Fibrinkleber	105	Hypovolämie	0
47	m	75	8	III	Übernähung, Infrarot	110	Hypovolämie	0
48	m	75	61	II	Packing	195	Gerinnungsversagen	0
71	w	27	6	IV	Linksresektion	100	Hypovolämie	1

**Tab. 30:** Todesursachen der operierter Patienten (n=21).

### 3.8 Überlebensanalysen

In den Graphiken wird die Risikogruppe hell dargestellt.



**Abb. 2:** Gesamtsterblichkeit im Bezug auf die stationäre Aufenthaltsdauer.

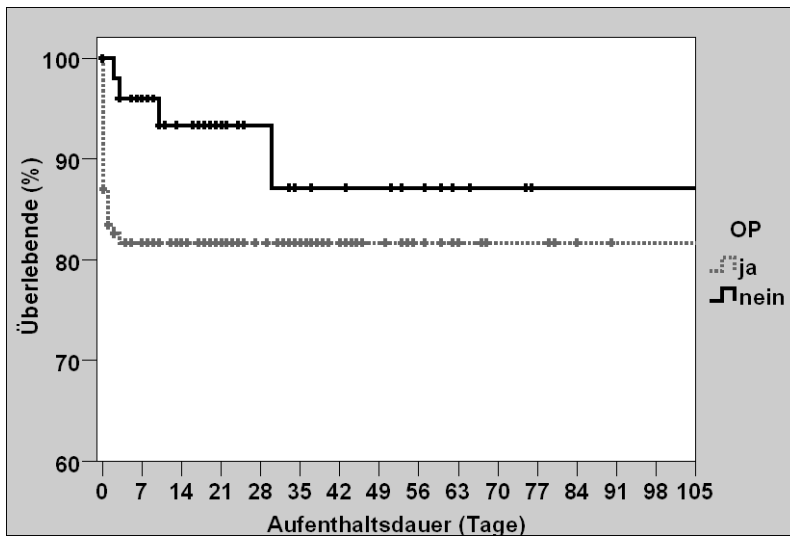
Die Gesamtsterblichkeit der 168 Studienpatienten betrug 14,9%. Die geschätzte Überlebenszeit ergab im Gesamtkollektiv 374 Tage (Konfidenzintervall=KI: 348 – 400 Tage). Hinsichtlich der Sterberate ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem Alter der Patienten (Mittelwert= 34,18 Jahre) nachweisen. Die Letalität betrug nach zwei Tagen 12,5%, nach sieben Tagen 13,7%, nach 14 Tagen 14,3% und nach 21 Tagen ebenfalls 14,3%.

#### *Verletzungsmechanismen*

Stumpfe Abdominaltraumen führten in dieser Analyse zu einer etwas erhöhten Sterblichkeit im Vergleich zu penetrierenden Verletzungen, dies ist jedoch nicht signifikant ( $p=0,058$ ). Verkehrsunfälle ergaben eine etwas geringere Mortalität als andere stumpfe Traumen, dies zeigte keine Signifikanz ( $p=0,09$ ). Bei den penetrierenden Verletzungen war die Mortalität nach Stichverletzungen geringer als bei anderen Traumen, jedoch ließ sich keine Signifikanz nachweisen ( $p=0,162$ ). Der Vergleich der Patienten ( $n=42$ ) nach Stürzen aus großer Höhe mit denjenigen Patienten ( $n=126$ ), die durch einen anderen Verletzungsmechanismus zu einer Leberverletzung kamen ergibt eine signifikant höhere Sterberate ( $p=0,001$ ) für Patienten nach Sturz. Die mittlere Überlebenszeit nach Sturz aus großer Höhe betrug 305,84 Tage (Konfidenzintervall: 243-368,68).



### Vergleich operative versus konservative Therapie



**Abb. 4:** Mortalität nach Operation versus konservativer Therapie.

Bei der Gegenüberstellung der operierten Patienten (n=115) versus der konservativ therapierten Patienten (n=50) ergab sich bezüglich des Überlebens keine Signifikanz (p=0,089). Die operierten Patienten überlebten im Mittel 134,01 Tage (KI: 122,42-145,61). Patienten, die konservativ behandelt wurden, überlebten im Mittel 389,88 Tage (KI: 332,33-447,43).

Die Operationsdauer betrug im Mittel 153,86 ±116,97 Min. und hatte keinen Einfluss auf die Sterberate (p=0,089).

### Intraoperative Blutungsstillende Maßnahmen

Im Vergleich der operierten Patienten bezüglich der Mortalität auf die Anwendung von Fibrinkleber intraoperativ (n=51) versus keiner Gabe von Fibrinkleber (n=81) war bei intraoperativer Anwendung von Fibrinkleber die Mortalität signifikant geringer als bei Patienten, bei denen diese Methode nicht zum Einsatz kam (p=0,044). Der intraoperative Gebrauch von Fibrinkleber führte zu mittleren Überlebenszeiten von 151,13 Tagen (KI: 139,03-163,24). Patienten bei denen diese Methode nicht angewendet wurde, überlebten im Mittel 105,04 Tage (KI: 93,23-116,85). Beim Gebrauch der Infrarotkoagulation ergab sich keine Signifikanz (p=0,94). Die Mortalität war bei Patienten, die intraoperativ eine Gefäßligatur erhalten hatten etwas geringer als bei denen die diese nicht erhielten, dies ist nicht signifikant (p=0,771). Parenchymübernähtungen zogen in unserer Studie eine leicht erhöhten Sterberate ohne Signifikanz (p=0,532) nach sich. Umstechung führte zu einer leichten, aber nicht signifikanten Verbesserung des Überlebens (p=0,268). Eine Leberarterienligatur wurde bei einem Patienten

während der Operation durchgeführt und dieser Patient überlebte. Dies ergab eine gute Überlebensrate, die aber nicht signifikant ( $p=0,67$ ) war. Das Kollagenvlies wurde bei 31 Patienten zur Blutstillung verwendet und ergab gute Überlebensraten, es zeigte sich keine Signifikanz im Hinblick auf die Mortalität ( $p=0,588$ ). Eine Rekonstruktion der Vena Cava erfolgte in drei Fällen, einer dieser Patienten verstarb. Dadurch war die Mortalität bei Individuen ohne Vena Cava Rekonstruktion deutlich geringer, wenn auch nicht signifikant ( $p=0,424$ ).

#### *Intraoperative Substitution von Blutprodukten*

Es ergab sich ein signifikanter Unterschied ( $p<0,001$ ) im Hinblick auf die höhere Mortalität bei den Patienten ( $n=41$ ) die Bluttransfusionen über dem Mittelwert von neun EK erhielten zu denen ( $n=99$ ), die weniger als neun EKs intraoperativ benötigten. Patienten mit einer intraoperativen Transfusion von neun oder weniger Erythrozytenkonzentraten hatten eine signifikant längere Überlebenszeit, 435,95 Tage (KI:423,53-448,37) als Patienten die mehr als neun EKs erhielten, 70,94 Tage (KI: 49,9-91,97).

#### *Leberverletzung*

Patienten mit einer Moore Verletzung I° wiesen eine geringere Mortalität als Patienten mit anderen Leberverletzungen auf, dies ist jedoch nicht signifikant ( $p=0,245$ ). Moore II Verletzungen ( $p=0,526$ ) ergaben bereits schlechtere Überlebensraten als Moore I Verletzungen ( $p=0,245$ ). Die Überlebensraten waren aber besser als bei anderen Verletzungen, es ergab sich jedoch keine Signifikanz. Patienten mit Moore III Verletzungen überlebten zu 91,1%, es zeigte sich keine Signifikanz ( $p=0,19$ ). Bei Patienten mit Moore IV Verletzungen ergab sich ein Trend zu schlechteren Überlebensraten ( $p=0,064$ ). Vier Patienten erlitten eine Moore Verletzung V Grades, drei Patienten überlebten diese Verletzung ( $p=0,541$ ), diese Angaben sind nicht signifikant.

#### *Extraabdominale Verletzungen*

Vorhandene thorakale ( $p=0,399$ ) oder neurologische Verletzungen ( $p=0,132$ ) scheinen die Mortalität genauso wie zusätzliche Frakturen ( $p=0,613$ ) zu erhöhen, jedoch zeigte sich keine Signifikanz.

#### *Schockindex*

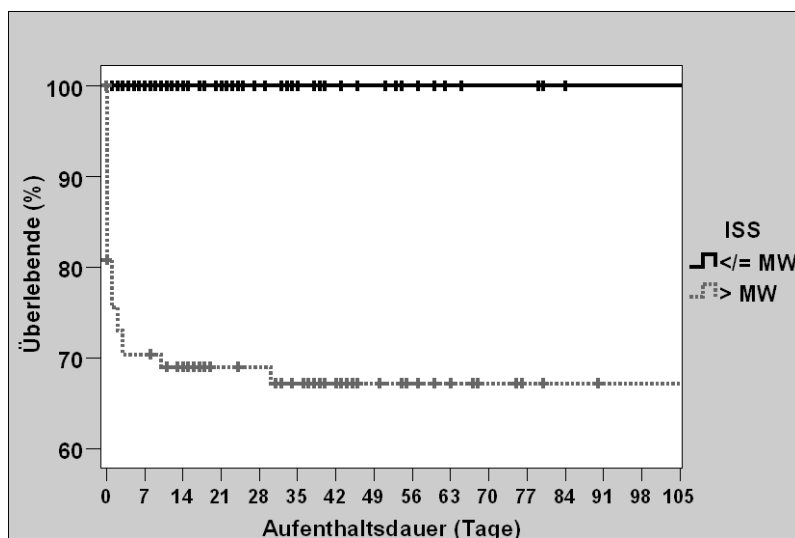
Der Schockindex hatte bei den untersuchten Patienten keinen generellen Einfluss auf das Überleben, wenn auch Patienten mit einem geringeren Schockindex- also einer besseren

Kreislaufsituation in den ersten 28 Tagen bessere Überlebensraten aufwiesen ( $p=0,702$ ), war dies nicht signifikant.

### *PTS und ISS*

Die Berechnung der Mortalität nach dem PTS-Mittelwert=  $36,5 \pm 20,1$  ergab für kleinere Werte als den Mittelwert etwas bessere Überlebensdaten in den ersten vier Wochen, glich sich dann aber an. Signifikant waren diese Ergebnisse nicht ( $p=0,22$ ).

Für die Patienten ( $n=78$ ), die eine höhere Punktzahl als der Mittelwert=  $40 \pm 20,77$  nach dem Injury Severity Score aufwiesen, ergab sich eine signifikant ( $p < 0,001$ ) höhere Mortalitätsrate als bei den Patienten ( $n=87$ ), deren Verletzungsausmaß genauso groß oder geringer als der Mittelwert im ISS war. Es werden keine geschätzten Überlebenszeiten angegeben, da alle Fälle einer Gruppe zensiert sind.



**Abb. 7:** Mortalität bei  $ISS \leq MW$  vs.  $> MW$ .

### *Intraoperative Komplikationen*

Bezüglich der Mortalität zeigte sich bei den operierten Patienten beim Auftreten von intraoperativen Komplikationen wie Hypovolämie, Herzstillstand und exitus in tabula, dass die Mortalitätsrate signifikant ( $p < 0,001$ ) anstieg. Die mittlere Überlebenszeit bei Patienten mit intraoperativen Komplikationen betrug 35,42 Tage (KI: 19,55-51,3) im Vergleich zu Patienten ohne intraoperative Komplikationen mit 417,84 Überlebenstagen (KI: 347,77-400,21).

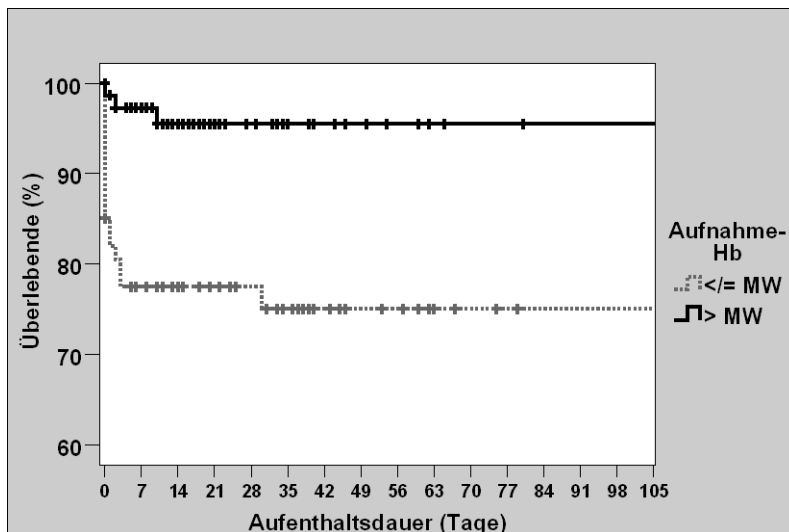
### Postoperative Komplikationen

Postoperative Komplikationen scheinen die Mortalität ungünstig zu beeinflussen ( $p=0,92$ ), dies ist jedoch nicht signifikant. Ein akutes Nierenversagen trat bei neun Patienten auf, von denen zwei verstarben, eine Signifikanz im Hinblick auf die Mortalität ergibt sich nicht ( $p=0,673$ ). Patienten die eine Relaparotomie erhielten, scheinen eine geringere Mortalität aufzuweisen ( $p=0,07$ ).

### Beatmungsdauer

Patienten ( $n=40$ ) mit einer längeren Beatmungsdauer als der Mittelwert= $8,31\pm 14,18$  Tage hatten in unserer Studie eine signifikant ( $p=0,026$ ) geringere Mortalität, die mittlere Überlebenszeit betrug 421,86 Tage (KI: 102,14-122,85), als Patienten ( $n=103$ ) mit Beatmungszeiten unter dem Mittelwert. Diese Patienten überlebten im Mittel 112,5 Tage (KI: 102,14-122,85)

### Laborparameter: Hämoglobin



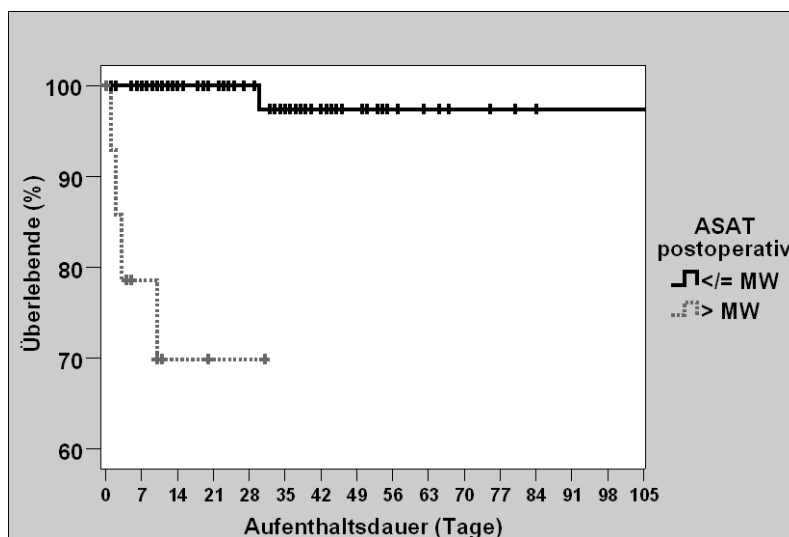
**Abb.10:** Mortalität bei einem Aufnahme- Hb  $\leq$  MW vs.  $>$  MW

Bei dem Vergleich der Hämoglobinwerte unter und über dem Mittelwert bei Aufnahme in Bezug auf die Mortalität ergaben sich folgende Werte. Hämoglobinwerte ( $n=67$ ), die bei Aufnahme geringer als der Mittelwert von  $10,77\pm 4,419$  g/dl lagen, gingen bei den Patienten mit einer signifikant ( $p=0,001$ ) höheren Mortalität einher als bei Patienten mit einem Hb, der über dem Mittelwert lag ( $n=74$ ). Patienten mit einem Hämoglobinwert über dem Mittelwert überlebten im Mittel 110,04 (KI: 104,53-115,55) Tage im Gegensatz zu den Patienten mit niedrigeren Werten, die 334,9 (KI: 287,47-382,33) Tage im Mittel überlebten. Diese Diskrepanz entsteht durch einige

Ausreißer in der Gruppe der Patienten mit niedrigerem Hb und die Überlebenszeit im Krankenhaus, nicht das Gesamtüberleben nach der Entlassung. Der postoperative Hämoglobinwert hatte keinen Einfluss auf die Mortalität ( $p=0,61$ ).

### ASAT

Der Wert der präoperativ bestimmten ASAT hatte keinen Einfluss auf das Überleben der Patienten ( $p=0,56$ ). Eine postoperative Erhöhung der ASAT über den Mittelwert von  $45,02 \pm 167,58$  U/l lag bei 14 Patienten vor und führte zu einer signifikanten Steigerung der Mortalität ( $p < 0,001$ ) im Vergleich mit den 82 Patienten, die eine niedrigere mittlere postoperative ASAT aufwiesen. Patienten mit einer höheren ASAT als dem Mittelwert wiesen eine mittlere Überlebenszeit von 22,95 Tage (KI: 16,29-29,613) auf. Patienten mit geringeren Werten als dem Mittelwert überlebten im Mittel 434,08 Tage (KI: 412,96-455,2).



**Abb. 11:** Mortalität bei postoperativem ASAT  $\leq$  MW vs.  $>$  MW.

### 3.8.1 Vergleich: Stumpfes versus penetrierendes Trauma

Von den 136 Patienten (81% aller Pat.) mit stumpfen Traumen wurden 86 (63%) operiert und 50 Patienten (37%) konservativ therapiert. Die 32 (19%) Patienten mit perforierendem Bauchtrauma wurden alle operiert. Zwischen den Gruppen besteht ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ).

### 3.9 Multivariate Analyse

In die multivariate Analyse werden die Parameter eingeschlossen, für die in der univariaten Analyse ein signifikanter Einfluss auf die Mortalität berechnet werden konnte:

- Sturz
- Hemihepatektomie links
- Fibrinkleber
- Anzahl der substituierten EKs über dem Mittelwert von neun EKs
- ISS
- OP-Komplikationen
- Beatmungsdauer
- Hb präoperativ
- ASAT postoperativ

Die aufgeführten Parameter wurden in einer binären logistischen Regression auf ihre Unabhängigkeit überprüft. Wenn eine Variable nicht vorliegt, können in der binären logistischen Regression die Werte nicht ersetzt werden, so dass unvollständige Datensätze dazu führen, dass der gesamte Fall nicht mit in die Analyse einbezogen wird. Daher wurden aus der Analyse folgende Werte ausgeschlossen:

- Hemihepatektomie links
- Fibrinkleber
- Hb präoperativ
- ASAT postoperativ

		n	Prozent
Ausgewählte Fälle	Einbezogen in Analyse	124	73,4
	Fehlende Fälle	44	26,6
	Gesamt	168	100
Gesamt		168	100

**Tab. 31:** Zusammenfassung der Fallverarbeitung.

Parameter	Regressions- koeffizient B	Standardfehler	Wald	p
Sturz	0,81	0,912	0,789	0,374
OP-EK	-2,71	1,223	4,906	<b>0,027</b>
ISS	-3,565	1,642	4,71	<b>0,03</b>
Komplikationen OP	2,496	1,015	6,041	<b>0,014</b>
Beatmung	20,657	5589,495	0	0,997

**Tab. 32:** Binäre logistische Regression.

Die binäre logistische Regression identifizierte folgende Werte als unabhängige Determinanten für die Mortalität:

- Massentransfusionen mit mehr als neun EKs
- ISS > MW (40,65±20,77 Punkte)
- Operative Komplikationen

### 3.10 Zusammenfassung der Ergebnisse

Anhand der dargestellten Ergebnisse konnten die Fragestellungen im Kapitel 1.5 wie folgt beantwortet werden.

*1. Welche Verletzungsmechanismen führen zu Lebertraumen, wie werden diese therapiert und hat die Therapie einen Einfluss auf das Überleben?*

In unserer Analyse erlitten 81% der Patienten ein stumpfes Bauchtrauma mit Leberverletzung. Ob die Patienten konservativ oder operativ behandelt wurden, hatte keinen Einfluss auf das Überleben und eine statistische Signifikanz besteht nicht ( $p=0,153$ ).

*2. Welchen Einfluss haben die Begleitverletzungen auf die Therapie der Leberverletzung?*

Patienten mit anderen Verletzungen des Abdomens wurde signifikant häufiger an der Leber operiert als Patienten, die keine weiteren Abdominalverletzungen aufwiesen ( $p=0,023$ ). Bei Verletzungen des Thorax ( $p=0,004$ ), neurologischen Verletzungen ( $p=0,004$ ) und zusätzlichen Frakturen ( $p<0,001$ ) erfolgte signifikant seltener eine Leberoperation.

### *3. Auf welche diagnostischen Ergebnisse folgt welche Therapie?*

Konnte in der Bildgebung ein Leberhämatom im Sinne einer Moore II und III Verletzung festgestellt werden, wurden diese Patienten signifikant öfter konservativ als operativ im Hinblick auf die Leber behandelt ( $p < 0,001$ ). Eine Moore Grad II ( $p = 0,004$ ) Verletzung konnte signifikant öfter konservativ therapiert werden, während Moore III mit aktiver Blutung ( $p = 0,021$ ) und Moore IV ( $p = 0,041$ ) Verletzungen signifikant öfter operiert wurden.

### *4. Wie ist der Verlauf nach konservativer bzw. operativer Therapie?*

Operierte Patienten hatten signifikant häufiger abdominale Komplikationen ( $p < 0,001$ ) und erhielten signifikant öfter Transfusionen von Erythrozytenkonzentraten ( $p = 0,004$ ) und FFPs ( $p = 0,001$ ) auf der ITS als konservativ behandelte Patienten.

### *5. Welche Todesursachen gibt es und wie ist die Mortalität?*

Von den 50 konservativ behandelten Patienten verstarben insgesamt vier an neurologischen Verletzungen. Die meisten der 21 verstorbenen Patienten der 118 operierten Patienten verstarben an Hypovolämie. Im Vergleich der Mortalität ergab sich keine Signifikanz im Bezug auf konservative versus operative Therapie ( $p = 0,089$ ). Ein ISS- Wert über dem Mittelwert ( $p < 0,001$ ) und die Transfusion von mehr als neun Erythrozytenkonzentraten ( $p < 0,001$ ) führten signifikant häufiger zum Versterben, genauso wie eine Beatmungsdauer unter dem Mittelwert ( $p = 0,026$ ). Ein geringerer initialer Hämoglobinwert als das statistische Mittel führte signifikant ( $p = 0,001$ ) zu schlechteren Überlebensraten, genauso wie intraoperative Komplikationen ( $p < 0,001$ ). Eine postoperative Erhöhung der ASAT ( $p < 0,001$ ) erhöhte die Mortalität signifikant.



## 4 Diskussion

Die Leber ist eines der am häufigsten verletzten Organe bei Abdominaltraumen und zu Leberverletzungen kommt es häufig im Zusammenhang mit einem Polytrauma nach stumpfer oder penetrierender Verletzung<sup>12, 52, 53, 54, 55</sup>. Penetrierende und stumpfe Lebertraumen kommen mit steigender Inzidenz vor und deshalb sind sie und ihre Therapie das Kernstück dieser Arbeit<sup>2, 56</sup>.

National und international zeichnet sich in der Leberchirurgie ein Trend zur konservativen Therapie ab und die operative Versorgung von Leberverletzungen ist gegenwärtig rückläufig. Im Rahmen dieser Studie sollte daher die Tendenz zur konservativen Therapie überprüft werden. Dazu wurden die Daten von 168 konsekutiven polytraumatisierten Patienten mit einer Leberverletzung, die in die chirurgische Rettungsstelle der Charité Campus Virchow eingeliefert wurden, ausgewertet. Besonderes Augenmerk wurde auf die Diagnostik der Leberverletzungen und der Begleitverletzungen und deren Einfluss auf die folgende Therapie der Leberverletzungen gelegt. Der Vergleich zwischen operativ und konservativ versorgten Patienten und deren Mortalität erschien im Hinblick auf die internationale Entwicklung für die eigene Patientenversorgung von hoher Brisanz. Dabei ist die zentrale Frage, wie sich die unterschiedlichen Verletzungsmuster und Therapien bei Leberverletzungen auf das Überleben von polytraumatisierten Patienten auswirken.

### 4.1 Diagnostik und initiale Versorgung

Die initiale Labordiagnostik der Leberparameter zeigte in unserer Untersuchung keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die folgende Therapie der Leberverletzungen. Eine indische Arbeitsgruppe hat bei stumpfen Bauchverletzungen die ALAT als diagnostischen Marker für eine Leberverletzung untersucht und kam zu dem Schluss, dass dieser Laborwert bei niedrigen Werten zu einem konservativen Management der Leberverletzungen führte und stark erhöhte Werte zu einer operativen Therapie<sup>57</sup>. Diese Aussagen lassen sich durch unsere Auswertung an polytraumatisierten Patienten nicht bestätigen. In unserer Untersuchung zeigte die Analyse der ASAT keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf die Art der folgenden Therapie der Leber ( $p=0,214$ ). In unserer Studie fiel im weiteren Verlauf die ASAT sowohl bei den konservativ als auch den operativ versorgten Patienten deutlich ab, so dass der Anstieg über die Norm weitestgehend als Parenchymschaden im Sinne einer Kontusion oder im schwereren Falle einer Mangeldurchblutung bei Schock zu werten ist: Im Hinblick auf die Mortalität führte

in unserer Analyse jedoch eine Erhöhung der postoperativen ASAT über den Mittelwert von  $45,02 \pm 167,58$  U/l zu einer signifikant höheren Sterblichkeit ( $p < 0,001$ ).

Die initiale hämodynamische Situation der Patienten war in unserer Studie entscheidend für die nachfolgende Therapie: Patienten mit einer schlechten Kreislaufsituation wurden signifikant häufiger operiert als konservativ behandelt, um aktive Blutungen aus dem Leberparenchym zu unterbinden. Die hämodynamische Lage der Patienten wurde in unserer Analyse durch den Schockindex und den Verbrauch an Blut und Blutprodukten abgebildet. Bei einem pathologischen Schockindex  $> 1$  wurden die Patienten signifikant häufiger operiert ( $p < 0,001$ ), als konservativ behandelt. Zwar gilt der Schockindex allgemein als eher unzuverlässiger Parameter, da er bei jungen Patienten erst recht spät pathologisch wird, aber nach unseren Daten stellt er ein nicht zu unterschätzendes schnelles diagnostisches Mittel in der Entscheidungsfindung der weiteren notwendigen Therapie bei Lebertraumen dar.

Es erhielten nach unseren Studiendaten signifikant ( $p = 0,005$ ) mehr operierte Patienten initial Transfusionen mit Erythrozytenkonzentraten und Fresh Frozen Plasma ( $p = 0,001$ ) als Patienten, die eine konservative Therapie erhielten. Nach unseren Analysen könnte man also die Entscheidung ob ein Polytraumapatient initial an der Leber operiert werden sollte, von der Kreislaufsituation und dem Verbrauch an Blutprodukten abhängig machen. Dies geht mit den Empfehlungen in der nationalen und internationalen Literatur konform, hämodynamisch instabile Patienten mit einer Leberverletzung zu operieren<sup>3, 22, 58, 59, 60, 61</sup>.

Ebenso wie die Hämodynamik war auch die bildgebende Diagnostik mittels Sonographie und Computertomographie in unserer Studie relevant für die Entscheidung, ob ein Patient in der Folge der Diagnostik konservativ oder operativ behandelt wurde.

Patienten, bei denen in der Bildgebung ein zentrales Leberhämatom diagnostiziert wurde, wurden signifikant häufiger konservativ behandelt ( $p < 0,001$ ), als Patienten ohne diese Diagnose. Zentrale Leberhämatome lassen sich schlecht operativ entfernen, da eine Resektion nicht möglich ist. Diese Patienten müssen klinisch und mittels Sonographie und Computertomographie beobachtet werden und sollten sie eine Verschlechterung der Kreislaufsituation, des Allgemeinbefindens oder einen Hämoglobinabfall bieten, muss eine Laparotomie erfolgen.

Ist der Patient jedoch initial kreislaufinstabil, ist eine Operation unumgänglich und ein perihepatisches Packing oder eine Lebertamponade indiziert. Patienten mit einem diagnostizierten Kapselhämatom wurden in unserer Analyse tendenziell seltener operiert ( $p = 0,068$ ), da dies Moore I-II Verletzungen waren, die seltener mit einer hämorrhagischen Instabilität einhergehen und deshalb weniger häufig eine Operationsindikation darstellen.

In unserer Untersuchung wurde bei den sonographisch diagnostizierten Leberhämatomen signifikant ( $p < 0,001$ ) seltener operiert als bei anderen Diagnosen. Diese Patienten wurden klinisch weiter kontrolliert und erhielten regelmäßige sonographische Kontrollen sofern sie hämodynamisch stabil blieben und keine weiteren abdominalen Verletzungen vorlagen. Kreislaufstabile Patienten mit computertomographisch gesicherten Leberhämatomen konnten ebenfalls signifikant häufiger im Hinblick auf die Leber konservativ behandelt werden ( $p < 0,001$ ), als Patienten ohne diese Diagnose. Dem entsprechend wurde signifikant öfter eine Operation durchgeführt, wenn keine computertomographische Untersuchung erfolgt war ( $p < 0,001$ ). Diese Patienten erhielten aufgrund ihrer instabilen hämodynamischen Situation keine weitere Diagnostik und wurden sofort notallmäßig laparotomiert.

Patienten, bei denen in der Ultraschalluntersuchung freie abdominale Flüssigkeit diagnostiziert wurde, wurden signifikant häufiger ( $p = 0,004$ ) operiert als Patienten ohne diesen Nachweis. Freie abdominale Flüssigkeit ist ein Hinweis auf eine aktive Blutung, die nach Möglichkeit gestillt werden sollte. Bei Patienten mit sonographisch diagnostizierten Leberrupturen ergab sich in unserer Analyse keine Signifikanz für die folgende Therapie ( $p = 0,236$ ). Diese Patienten wurden möglichst einer weiteren Diagnostik, wie der Computertomographie, zugeführt oder es wurde eine Laparotomie angeschlossen, wenn es weitere Indikationen dafür gab.

Die Ultraschalluntersuchung hat allgemein einen hohen Stellenwert in der initialen Diagnostik, da sie ein sehr schnelles diagnostisches Verfahren ist, das fast überall schnell verfügbar ist und keine Nebenwirkungen bekannt sind. Die Durchführung oder Unterlassung einer initialen Sonographie hatte in unserer Untersuchung insgesamt keine signifikanten Auswirkungen auf die folgende Therapie der Leberverletzung ( $p = 0,37$ ). Also stellt sich die Frage, wie zuverlässig die Sonographie ist. In einer Metaanalyse zu diesem Thema wurde anhand von 58 Studien mit insgesamt 16361 Patienten herausgefunden, dass die Sonographie nicht so verlässlich ist, wie bisher angenommen<sup>62</sup>. So wurde bei Erwachsenen eine klinische Vortest-Wahrscheinlichkeit von 35% angenommen und bei stumpfen Bauchtraumen erhöhte die positive Sonographie die Nachtest- Wahrscheinlichkeit auf 92%, im negativen Fall blieben 11% unerkannt. Bei der Sonographie von Kindern waren die Ergebnisse, wie zu erwarten, mit 19% falsch negativen Werten, schlechter. Die Verbesserung der Technologie und Lerneffekte erhöhen laut dieser Studie die Sensitivität und Spezifität der Sonographie nicht. Die Abnahme der Sensitivität der Sonographie wird als relative Erhöhung der Sensitivität des Referenzstandards, der Spiral- CT, interpretiert. Daraus könnte man folgern, dass künftig jeder Patient nach Möglichkeit einer computertomographischen Untersuchung unterzogen werden sollte. Oder es wird sich die kontrastmittelgestützte Sonographie etablieren, wie sie in einer deutschen Studie beschrieben

wurde<sup>63</sup>. Hier wurden die diagnostischen Funde zwischen kontrastmittelgestützter Sonographie, normaler Sonographie und Computertomographie mit Kontrastmittel verglichen und es zeigte sich die kontrastmittelgestützte Sonographie als gleichwertig mit der kontrastmittelgestützten CT.

In der Literatur taucht immer wieder die Frage auf, ob computertomographische Untersuchungen bei Erwachsenen mit stumpfen Bauchtraumen überhaupt sinnvoll sind, da viele Hohlorganperforationen übersehen werden, die bei guter Abschottung nicht immer computertomographisch entdeckt werden können, aber bei Erwachsenen häufig sind<sup>64</sup>.

In einer amerikanischen Studie, in der die CT gegen die DPL bei Patienten getestet wurde, die ein stumpfes Bauchtrauma erlitten hatten, wurde jedoch genau das Gegenteil herausgefunden. Im Bezug auf die Hohlorganperforationen ergab sich für die CT eine Sensitivität von 98% und eine Spezifität von 99%, so dass sich die Autoren in diesen Fällen klar für die CT aussprachen<sup>65</sup>.

Da die CT bei abdominalen Bauchtraumen in der Literatur immer wieder mit wechselnden Ergebnissen untersucht wird und sich derzeit keine klare Aussage über den Nutzen treffen lässt, wird das Für und Wider der Computertomographie im Folgenden beschrieben. Als negativ zeigen sich ein möglicher Zeitverlust in der Versorgung des Patienten durch den Transport und die Untersuchung und die erheblichen Kosten der Untersuchung.

Positiv zu bewerten sind die hohe Spezifität und Sensivität der Computertomographie. Sie gilt als die beste bildgebende Darstellung der traumatischen Pathologie durch die so genannte „Traumaspirale“ mit Untersuchung von Kopf, Thorax, Abdomen, Wirbelsäule und Becken.

Insgesamt wird mit der Computertomographie das Ziel verfolgt, das ganze Ausmaß der Verletzung objektiv einzuschätzen und dadurch manchem Patienten eine explorative Laparotomie zu ersparen. Bei initial kreislaufstabilen Patienten ohne Nachweis freier Flüssigkeit wurde in unserer Studie, sofern nicht offensichtlich andere Bauchorgane verletzt waren, eine Computertomographie durchgeführt. Dies ist bei hämodynamisch instabilen Patienten nicht indiziert, da die Untersuchung aufgrund der Gabe von Kontrastmittel zu lange dauert und der Patient unter Umständen bei einer Verschlechterung der Kreislaufsituation nicht direkt zugänglich ist.

Die diagnostische peritoneale Lavage (DPL) wurde in unserem Kollektiv nicht angewandt, aber bei penetrierenden Bauchtraumen scheint dieses diagnostische Mittel eine gute Option zur Therapieentscheidung zu sein und wird auch in aktuelleren Arbeiten angewandt und analysiert. Bei abdominalen Schusswunden ohne sofortige Operationsindikation untersuchten Brakenridge et al. die DPL als diagnostisches Mittel und fanden eine Sensitivität von 87,5% und eine Spezifität von 95,8% für intraabdominale Verletzungen<sup>66</sup>. Allerdings ist in dieser Studie keine

Rede von polytraumatisierten Patienten, so dass ein Vergleich mit unseren Studiendaten schwierig ist. Karamacan et al. beschrieben 2008, dass mehr Patienten mit Verletzungen der parenchymatösen Bauchorgane nach stumpfen Abdominaltraumen, die in der Diagnostik sowohl eine DPL, Sonographie und eine Computertomographie erhalten hatten, konservativ behandelt werden konnten als Patienten, die keine zusätzliche DPL erhalten hatten<sup>67</sup>. Drei Jahre zuvor wurde von Gou et al. die DPL als erstes diagnostisches Mittel bei stumpfen Bauchtraumen beschrieben. Die Patienten mit einer positiven DPL wurden auf die ITS aufgenommen und ggf. im Verlauf einer Sonographie und/ oder einer CT zugeführt. In dieser Studie wurde eine Erhöhung der Sensitivität und der Genauigkeit der Diagnose und eine Verminderung der Laparotomierate festgestellt<sup>68</sup>. Nach diesen Studien sollte die DPL aber nicht als alleiniges diagnostisches Mittel eingesetzt werden.

Andere Studien sprachen sich mehr für die bildgebende Diagnostik aus. So beschreiben Fang et al. bei 252 Patienten mit stumpfen Abdominaltraumen und davon bei 34 hämodynamisch instabilen Patienten, die nicht genauer definiert werden, eine CT durchgeführt zu haben. Bei 43 Patienten wurde ein Kontrastmittelaustritt diagnostiziert, von denen 30 Patienten eine Embolisation und 13 eine Laparotomie, mit guten Ergebnissen erhielten. Eine andere Arbeitsgruppe aus Saudi Arabien untersuchte Sonographie, CT und DPL bei 233 Patienten mit stumpfen Abdominaltraumen gegeneinander und spricht sich klar für die Computertomographie als Diagnostik der Wahl aus<sup>69</sup>. Diese Diskrepanz in der Literatur lässt sich teilweise durch die Tatsache erklären, dass man den bildgebenden diagnostischen Methoden wie Computertomographie und Sonographie größere Aufmerksamkeit im Bezug auf Erfahrung in der Interpretation und der Qualität der Aufnahme widmen muss als bei der DPL, wie es von Reed et al. beschrieben wurde<sup>70</sup>.

Von einer britischen Arbeitsgruppe wurde untersucht, ob bei stumpfen und penetrierenden Abdominaltraumen die DPL oder die Sonographie die bessere Diagnostik liefert. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die DPL heute in der Klinik zu selten ausgeführt wird, als dass sie gute Ergebnisse zeigen könnte und empfehlen bei stumpfen und penetrierenden Abdominaltraumen die Sonographie<sup>71</sup>.

Ob bei der primären Diagnostik die Sonographie, die Computertomographie oder die diagnostische peritoneale Lavage vorgezogen wird, ist sicher abhängig vom technischen Standard, dem individuellen Ausbildungsstand, dem Vorhandensein eines Ultraschallgerätes bzw. eines Computertomogrammes, der Unabhängigkeit von einem Radiologen, persönlichen Vorlieben und den jeweiligen Standards der Klinik. In jedem Falle erfolgt aber auf ein positives Ergebnis freier Flüssigkeit im Abdomen weitere Diagnostik.

In unserem Patientenkollektiv wurden keine Laparoskopien durchgeführt, da die Patienten meist zu schwer verletzt waren oder zu vielfältige Verletzungsmuster aufwiesen, als das man ihnen noch eine mögliche Gasembolie zutrauen oder wertvolle Zeit verstreichen lassen wollte. Jedoch scheint die Laparoskopie im Verlauf von konservativ behandelten Verletzungen eine wichtige Therapieoption zu werden. Denn in einigen Veröffentlichungen wird die Laparoskopie zur sekundären Therapie bei primär konservativ behandelten stumpfen Lebertraumen im Rahmen eines Hämoperitoneums oder einer galligen Peritonitis vorgeschlagen<sup>72, 73, 74</sup>.

Besonders bei den penetrierenden Traumen ist die diagnostische Laparoskopie nicht zu unterschätzen: Eine türkische Arbeitsgruppe hat die Laparoskopie als diagnostisches Mittel und zur Therapie bei abdominalen Stichverletzungen überprüft. Die Autoren kamen auch bei Leberverletzungen zu einem guten Ergebnis, allerdings wurden in dieser Studie keine Polytraumapatienten untersucht, so dass ein direkter Vergleich mit unserer Studie nicht sinnvoll ist<sup>75</sup>. In einer amerikanischen Fallvorstellung wird eine erfolgreiche laparoskopische Blutstillung von einer Stichverletzung der Leber und einem Hämoperitoneum von ca. 1,5 l beschrieben<sup>76</sup>.

In der Zukunft wird die Laparoskopie sicherlich einen größeren Stellenwert in Bezug auf die Diagnosestellung und Therapie von Lebertraumen einnehmen. Derzeit scheinen jedoch im Hinblick auf die Diagnostik die Computertomographie und die Sonographie die besten Ergebnisse zu liefern.

#### **4.2 Trauma und Therapie**

Das Verletzungsmuster bei stumpfen Traumen hat einen starken Einfluss auf den allgemeinen Grad der Traumatisierung und die Schwere der Leberverletzung.

Der ISS beschreibt, ebenso wie der PTS, die Schwere des Traumas. In unserer Studie, wie auch in der Literatur dargestellt, wurden Patienten mit einem höheren ISS signifikant häufiger operiert, als Patienten mit niedrigeren Werten, ( $p=0,03$ )<sup>77</sup>. Für den PTS ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse bezüglich der Therapie.

Die Problematik des stumpfen Abdominaltraumas im Vergleich zu penetrierenden Verletzungen liegt in der höheren Anzahl der verletzten Organsysteme durch den meist heftigen und gleichzeitig großflächigen Aufprall und die dadurch bedingten meist schwerwiegenden Leberverletzungen.

Es entstehen diffuse Parenchymzerreißen, Nekrosen und häufig assoziierte intrahepatische Gallengangs- und Lebervenenverletzungen. Dies präsentierte sich auch in unserer Untersuchung beim Blutverlust der Patienten mit stumpfen Traumen. In unserer Analyse war der Blutverlust

nach stumpfen Verletzungen viel höher als bei Patienten mit penetrierenden Verletzungen. Patienten nach stumpfen Abdominaltraumen erhielten in 76% der Fälle Bluttransfusionen im Gegensatz zu 44% bei penetrierenden Verletzungen.

In Europa sind Verkehrsunfälle die Hauptursache für stumpfe Leberverletzungen und es sind besonders junge Männer betroffen<sup>78</sup>. Patienten nach stumpfen Traumen wie Stürzen aus großer Höhe und Arbeitsunfällen waren in unserer Studie ebenfalls überwiegend männlich, wie es auch in anderen Untersuchungen beschrieben wird<sup>78, 79</sup>.

Verletzungen nach Stürzen aus großer Höhe, die meistens nach Arbeitsunfällen oder Suizidversuch entstanden, führten in unserer Analyse zu einer signifikant höheren Mortalität ( $p=0,001$ ), als Verletzungen durch Verkehrsunfälle oder penetrierende Traumen.

Penetrierende Verletzungen betreffen in der Regel nur ein einziges Organsystem und zeichnen sich meist durch ein umschriebenes und selten tödliches Verletzungsmuster aus, deshalb liegt die Letalität der penetrierenden Lebertraumen heute unter 20%<sup>28, 80</sup>. Dieser Verletzungsmodus ist im Vergleich zu den USA oder Südafrika in Deutschland selten, wenn auch in unserer Berliner Studie vergleichsweise hoch<sup>16, 81</sup>.

Moore II Verletzungen kamen in unserer Analyse mit 49% bei 82 Patienten am häufigsten vor. Nach stumpfen Abdominaltraumen wurden diese Verletzungen annähernd gleich häufig operativ (34 Patienten) und konservativ (33 Patienten) versorgt. Allerdings erlitten 15 dieser Patienten ein penetrierendes Bauchtrauma mit einer Leberverletzung nach Moore II, die alle operiert wurden. Demzufolge ergibt sich in unserer Studie eine signifikant höhere Operationsrate im Vergleich zur konservativen Therapie bei Moore II Verletzungen ( $p=0,004$ ). Eine weitere Erklärung dieses signifikanten Ergebnisses für häufige Operationen bei verhältnismäßig milden Lebertraumen ist der relativ lange zehnjährigen Untersuchungszeitraum. In den 90er Jahren wurde die Indikation zur Probeparotomie deutlich eher gestellt als in den letzten Jahren der Studie. Auf dem Gebiet der Leberchirurgie hat sich ein starker Wandel in dieser Zeit vollzogen. Während des Studienverlaufs ergab sich der Trend von der operativen zur konservativen Therapie und das konservative Vorgehen bei Leberverletzungen wurde international erforscht. Die Computertomographie wurde deutlich verbessert und ermöglichte eine genauere Diagnostik und Verlaufsbeobachtung der Patienten wie es Goff und Gilbert 1995 darstellten<sup>11</sup>. Dadurch wurden aus derzeitiger Sicht viele Patienten in unserer Studie operiert, die heute aufgrund der besseren Bildgebung und verbesserter intensivmedizinischer Überwachung wahrscheinlich konservativ im Hinblick auf die Leberverletzung behandelt würden. Dieser Trend des nichtoperativen Managements verschiebt sich allmählich von den leichteren Verletzungen der Leber Grad I-II auch zu den schwereren Grad III-V in beiden Klassifikationen Moore und OISC.

In unserer Untersuchung konnten neun (5%) Patienten konservativ behandelt werden, die in der CT eine Leberuptur aufwiesen, also eine Leberverletzung Moore Grad III-IV. Diese Verschiebung der konservativen Therapie zu schwerwiegenderen Lebertraumen wird in vielen Studien mit stumpfen Lebertraumen beschrieben<sup>11, 22, 58, 61, 82, 83, 84, 85, 86</sup>. Christmas et al. beschreiben in ihrer Studie über das Management stumpfer Lebertraumen ein konservatives Vorgehen bei Leberverletzungen I-II Grades nach Moore mit guten Ergebnissen sowie bei hämodynamisch stabilen Patienten auch bei höhergradigen Leberverletzungen mit einer geringen Mortalität<sup>59</sup>.

In der Moore Klassifikation entsprechen die zentralen Hämatome der Leber und die Kapselhämatome den Graden II-IV. In der internationalen Literatur wird bei hämodynamisch stabilen Patienten nach stumpfen Abdominaltraumen mit solchen Leberverletzungen meistens eine konservative Therapie oder eine angiographische Embolisation nach CT Diagnostik angestrebt<sup>87, 88, 89</sup>. Bei den polytraumatisierten Patienten unserer Studie wurde jedoch keine angiographische Embolisationen durchgeführt.

Rulli et al. beschrieben 2008, dass hauptsächlich die Segmente 3 und 4 der Leber von Verletzungen betroffen seien<sup>90</sup>. In unserer Auswertung war jedoch insgesamt der rechte Leberlappen, also die Segmente 4-8, (bei 136 Patienten=81%) öfter verletzt als der linke Leberlappen (62=37% Patienten). Die verletzten Segmente waren in unserer Studie recht gleichmäßig auf die Segmente 4-8 verteilt, wobei die Segmente 4a und b in unserer Untersuchung zusammengefasst betrachtet werden. Die Analyse der verletzten Lebersegmente ergab keine Signifikanzen.

Leberverletzungen liegen meist nicht isoliert vor und die Begleitverletzungen erklären, warum in unserem Kollektiv mit polytraumatisierten Patienten im Vergleich mit der Literatur viele Patienten mit geringeren Leberverletzungen operativ versorgt wurden<sup>1, 22, 58, 59, 67, 82, 86, 91, 92, 93, 94, 95</sup>.

Patienten, bei denen in unserer Untersuchung intraabdominal andere Verletzungen vorlagen, wurden signifikant häufiger an der Leber operiert ( $p=0,023$ ), als Patienten, die keine weiteren Verletzungen aufwiesen. Damit nahmen Begleitverletzungen in unserer Untersuchung wesentlich Einfluss auf die folgende Therapie der Leberverletzungen. In einer griechischen Studie wurden Patienten mit Leberverletzungen nach stumpfem Bauchtrauma ebenfalls signifikant ( $p=0,004$ ) häufiger operiert, wenn andere Bauchorgane verletzt waren<sup>96</sup>. Dies geht auch mit einer Studie von Schnüringer et al. konform, die bei 183 Patienten mit stumpfen Lebertraumen 35 Patienten notfallmäßig laparotomieren mussten, davon 21 Patienten wegen der



Begleitverletzungen. In ihrem Patientenkollektiv betrug die Mortalitätsrate 16,9%. Von den insgesamt 31 verstorbenen Patienten, verstarben 22 an den Begleitverletzungen<sup>97</sup>.

Moore II und III Verletzungen, wurden in unserer Analyse am häufigsten bei Patienten mit anderen abdominalen Verletzungen operiert. Die Begleitverletzungen im Bauchraum betrafen in unserer Analyse hauptsächlich die Milz, die Nieren und ableitenden Harnwege, die Bauchspeicheldrüse, den Magen-und Darmtrakt. Diese Patienten wurden aufgrund der anderen abdominalen Verletzungen laparotomiert und nicht primär wegen der Leberverletzung. Diese wurde, da das Abdomen eröffnet war, mit versorgt, auch wenn man sie isoliert nicht operativ versorgt hätte.

In unserer Untersuchung war die Milz bei 45 Patienten (27%) verletzt. Eine computertomographisch diagnostizierte Milzruptur ließ jedoch keine Aussagen über die Art der Leberversorgung zu ( $p=1,0$ ). Dies steht im Gegensatz zu einer amerikanischen Untersuchung, bei der Patienten mit kombinierten Leber- und Milzverletzungen signifikant häufiger operiert wurden ( $p<0,05$ ), als Patienten mit nur einer isolierten Verletzung dieser Organe<sup>98</sup>.

Bestanden zusätzliche Verletzungen des Thorax ( $p=0,004$ ) oder wies der Patient neurologische ( $p=0,004$ ) Verletzungen auf, wurde er in unserer Studie signifikant oft im Hinblick auf die Leber konservativ behandelt. Hingegen wurden in einer weiteren amerikanischen Untersuchung Patienten mit Verletzungen der parenchymatösen Organe und schweren Kopfverletzungen häufiger an den abdominalen Verletzungen operiert<sup>99</sup>. Wenn bei unseren Patienten zusätzliche Frakturen vorlagen, wurden sie nach unserer Analyse kaum an der Leber operiert ( $p<0,001$ ), diese Ergebnisse sind signifikant.

Von der Gesamtheit unserer Patienten wurden 30% konservativ behandelt. Dies weist in die Richtung der weltweiten Entwicklung zur konservativen Therapie von stumpfen Lebertraumen von hämodynamisch stabilen Patienten. Allerdings wird in der Literatur bis 2009 teilweise eine Rate von 30-80% konservativer Therapie der Leberverletzungen angegeben<sup>24, 23, 83, 87, 93, 94, 100, 101, 102</sup>. Christmas et al. konstatierten 2005, dass für eine nichtoperative Therapie des Lebertraumas die Patienten entweder initial, nach Transfusion oder Katecholamingabe kreislaufstabil sein müssen und keine anderen abdominalen Verletzungen vorliegen dürfen, die eine Operation erforderlich machen würden<sup>59</sup>. Diese Patienten werden mittels computertomographischen Untersuchungen regelmäßig kontrolliert und im Falle einer Veränderung ggf. laparotomiert.

Aus Studienergebnissen ist bekannt, dass 50-80% aller Leberverletzungen spontan aufhören zu bluten und deshalb keiner chirurgischen Maßnahmen bedürfen<sup>11, 22, 16</sup>. Die leichteren Verletzungen Moore I-II bluten zum Zeitpunkt der Laparotomie oft nicht mehr oder die Blutungen können durch kurzzeitige manuelle Kompression gestillt werden<sup>95</sup>. In der Moore-

Klassifikation werden die Leberverletzungen Grad I und II ohne aktive Blutung definiert. Dies impliziert bereits, dass sich das Leberparenchym zum einen selbst tamponiert und zum anderen die Gerinnungsaktivität des Patienten intakt sein muss, so dass eine operative Intervention im Bezug auf die Blutstillung im Bereich der Leber nicht notwendig erscheint. Hingegen geht Grad III nach Moore definitionsgemäß mit einer aktiven Blutung einher. Diese Patienten sollten also genauestens auf ihre Kreislaufstabilität untersucht werden und ggf. eine erneute CT-Untersuchung erhalten, weil Verletzungen, die aktiv bluten, nicht immer auffällig werden. Einige Autoren empfehlen deshalb zur weiteren Diagnosesicherung eine diagnostische Peritoneallavage <sup>16, 52, 67, 68</sup>.

Leberverletzungen Grad VI der OISC sind nicht mehr mit dem Leben vereinbar und können aus diesem Grunde nicht konservativ behandelt werden. In diesem Fall ist die einzige mögliche Therapie nur die Lebertransplantation. Eine Lebertransplantation wie sie in einigen Fallvorstellungen beschrieben wird, erfolgte in unserem Kollektiv nicht <sup>48, 49, 50, 51, 95</sup>.

Interessant ist, dass Frauen in unserer Studie signifikant seltener operiert wurden. Dies mag an den geringeren Lebertraumen bei Frauen liegen. Die Gruppe der Frauen mit Moore Grad I-III Verletzungen betrug 92% im Gegensatz zu 85% bei Männern. Darüber hinaus waren die untersuchten Frauen im Durchschnitt mehr als 4 Jahre älter, dies ist jedoch nicht signifikant ( $p=0,3$ ). Vielleicht ist die generell geringere Risikobereitschaft und das etwas höhere Alter der Frauen eine Erklärung für die weniger traumatisierte Leber und die daraus resultierende konservative Therapie.

In einer neuen südafrikanischen Studie wurden Patienten mit Schussverletzungen der Leber mit guten Überlebensraten konservativ behandelt. Allerdings betrug der durchschnittliche ISS der Patienten 19,6 Punkte, so dass ein Vergleich mit unserer Polytraumastudie, in der der mittlere ISS der konservativ behandelten Patienten  $34,44 \pm 16,93$  betrug, schwierig ist<sup>103</sup>.

Von unseren polytraumatisierten Patienten wurden die meisten chirurgisch versorgt. Zum Einen indizierte die schlechte hämodynamische Situation, bedingt durch die Leberverletzung, eine Laparotomie. Zum Anderen machten weitere intraabdominalen Verletzungen eine Operation unumgänglich. Unsere Untersuchung zeigt, dass sich im Vergleich zwischen dem intraoperativen Vorgehen bei penetrierenden und stumpfen Traumen der Verletzungsmechanismus eindeutig in der Invasivität der angewandten Operationsmethoden widerspiegelt.

In unserer Analyse war die Anwendung von Infrarotkoagulation ( $p=0,014$ ) und Fibrinkleber ( $p=0,015$ ) signifikant häufig und führte zu guten Überlebensraten bei den überlebenden operierten Patienten mit geringeren Leberverletzungen. In Zukunft wird der Fibrinkleber und ähnliche Substanzen, die die Blutgerinnung aktivieren, auch bei gravierenderen Verletzungen der

Leber Verwendung finden, denn in einer amerikanischen Studien konnte im Tiermodell nachgewiesen werden, dass der Fibrinkleber bei antikoagulierten Schweinen mit Schusswunden der Leber ein peripheres Packing überflüssig machte und die Blutung stabilisiert werden konnte<sup>104</sup>. Eine neuere Substanz bestehend aus einer Gelatinematrix auf Rinderbasis (FloSeal®Matrix Hämostatikum) wurde mit guten Ergebnissen von einer österreichischen Arbeitsgruppe untersucht. Bei zehn Schweinen wurde diese Substanz bei Leber- und Milzverletzungen bei hämorrhagischem Schock angewendet und es kam zu einer effektiven Koagulation bei allen zehn Tieren<sup>105</sup>.

Intraoperativ wurden in unserer Studie bei den stumpfen Leberverletzungen mit 20% deutlich häufiger Resektionen durchgeführt als bei penetrierenden Verletzungen der Leber mit 6%. Dies liegt an den stärkeren Leberverletzungen nach stumpfen Traumen: In einer amerikanischen Studie wurde die Leberresektion nach stumpfem Lebertrauma bei Leberverletzungen Grad 3-5 der amerikanischen Klassifikation untersucht<sup>106</sup>. Die Autoren betonen, dass bei stärkeren Lebertraumen die Resektion, initial oder im Verlauf, eine geringe Mortalität und Morbidität bringe, obwohl heute meistens peripheres Packing und andere weniger invasive operative Methoden bei diesen Traumen angewendet würden.

Bei schweren Lebertraumen der Klassen III-V nach Moore liegt das Hauptproblem in der Beherrschung der Blutung, der Gefahr einer Sepsis und des Multiorganversagens<sup>92, 107</sup>. Gao et al. fanden 2003 heraus, dass schwerwiegendere Leberverletzungen nach Grad III-V der amerikanischen Klassifikation ein besseres Überleben nach chirurgischer Intervention zeigten, die häufigste Todesursache war mit 51% die Hypovolämie<sup>108</sup>.

Aus diesen Gründen sollten Polytraumapatienten mit Leberverletzungen in spezialisierten Traumazentren mit einem erfahrenen hepatobiliären Chirurgen behandelt werden. Zusätzlich muss in diesen Zentren eine ausreichende Blutbank, eine interventionelle Radiologie und eine Gastroenterologie vorhanden sein.

### **4.3 Verlauf und Überleben**

Zu den allgemeinen Komplikationen nach Lebertrauma gehören entzündlichen Erkrankungen wie Abszesse, Septikämie, Sepsis, Systemic inflammatory response syndrome (SIRS) und weitere Blutungen. Eine Peritonitis tritt in 7-12% postoperativ auf<sup>16</sup>.

Zu Leberabszessen kam es in unserer Studie weder postoperativ noch nach konservativem Management. Jedoch wird in der Literatur diese Komplikation bei konservativer Therapie von stumpfen Lebertraumen mit einer Inzidenz von 1,5% in einer Studienpopulation von 395

Patienten, bei Lebertraumen Grad III und höher der amerikanischen Klassifikation, beschrieben<sup>109</sup>. Es kam zu einer Infektion mit gemischten Keimen und in einem Fall zu einer Clostridieninfektion. In einer anderen Studie kam es in weniger als 1% von 337 Patienten zu Leberabszessen bei konservativ behandelten Patienten, die eine Leberverletzung Grad III-V nach der amerikanischen Klassifikation hatten<sup>110</sup>. Diese Abszesse konnten computertomographisch gestützt drainiert werden. Von Neuhaus und Pichlmayr wird die traumatisierte Leber jedoch nicht als mögliche Sepsisquelle angesehen<sup>42</sup>. Eine Sepsis werde eher durch mögliche Mikrozirkulationsstörungen am Darm als natürliches Keimreservoir ausgelöst.

Eine andere schwerwiegende Komplikation nach Leberverletzungen ist ein durch die Parenchymschädigung bedingter intrahepatischer Ikterus mit eventuellem akuten Leberversagen, welches unter Umständen eine Lebertransplantation notwendig macht. Diese Komplikation trat in unserem Kollektiv nicht auf. In jedem Falle sollte die aktuelle und erfolgte Medikation des Patienten auf Lebertoxizität überprüft werden. Oft ist ein schädigendes Medikament bereits lange abgesetzt, wenn es zum Ikterus kommt. Darüber hinaus sollten die extrahepatischen Gallengänge mit einer ERCP oder MRCP untersucht und mögliche Steine oder Strikturen entfernt werden<sup>111</sup>.

Bei zentraler Leberruptur kann es zu einem bilio-vaskulärem Shunt kommen. Die Folge ist eine Hämobilie durch Kurzschlussverbindungen von Blutgefäßen mit intrahepatischen Gallenwegen nach freiem Intervall von Tagen oder Wochen. Hierdurch kommt es zur schwer lokalisierbaren intestinalen Blutung aus der Papille. Bei entsprechenden Druckverhältnissen entsteht eine Bilhämie durch Kurzschlussverbindungen von intrahepatischen Gallenwegen und Gefäßsystem mit Gallefistelung in das venöse Gefäßsystem und nachfolgendem schwerem Ikterus. Therapie: Leberteilresektion<sup>112</sup>. In dem untersuchten Kollektiv traten keine Bilhämie oder Hämobilie als Komplikationen auf.

Durch den Fortschritt in der Leberchirurgie konnte die Letalität seit 1988 von 36-76% auf 4% bis 1995 gesenkt werden<sup>58</sup>. Bei uns betrug sie bei 168 polytraumatisierten Patienten 15%. Ein Patient (<1%) verstarb nach einem penetrierenden Lebertrauma und insgesamt 24 (14%) Patienten nach stumpfen Leberverletzungen. Davon waren neun Patienten in einen Verkehrsunfall verwickelt, 13 hatten Stürze erlitten und zwei hatten eine iatrogene Leberverletzung unter Reanimation davongetragen. Nach unseren Daten ergab sich ein Trend zu einer etwas erhöhten Sterblichkeit nach stumpfen Abdominaltraumen ( $p=0,06$ ).

Zwar zeigt Rivkind et al. in seiner Arbeit über stumpfe Bauchtraumen, dass die Leberverletzungen Grad I-III relativ unbedeutend als Todesursache sind, hier würden eher die Schädel-Hirn-Traumen und kardiopulmonale Verletzungen eine Rolle spielen<sup>80</sup>. Aber Siegel et

al. verdeutlichen hingegen, dass Patienten mit SHT und assoziierter Leberverletzung eine höhere Mortalität und Morbidität von 26% aufweisen, als Patienten ohne Lebertrauma mit 11%<sup>113</sup>. Sie führen dies auf den stärkeren Blutverlust bei Abdominaltraumen zurück. Dies trifft auch für unsere Studie zu, denn in unserem Kollektiv trat der hämorrhagische Schock in 60% als Todesursache auf. Auch war in unserer Analyse der initiale Hb- Wert entscheidend für das Überleben der Patienten. Bei einem Aufnahme-Hb-Wert unter dem Mittelwert von  $10,77 \pm 4,419 \text{g/l}$  kam es zu einer signifikant höheren Sterblichkeit. Eine intraoperative Massentransfusion von mehr als neun Erythrozytenkonzentraten führte in unserer Studie zu einem signifikanten ( $p < 0,001$ ) Zusammenhang mit erhöhter Mortalität. Die Transfusion von mehr als neun Erythrozytenkonzentraten (Mittelwert=9) stellte sich in dieser Studie als unabhängige Determinante für die Mortalität heraus. Dies geht mit einer deutschen Studie konform, in der ein Transfusionsbedarf von mehr als zehn Erythrozytenkonzentraten als wesentlicher Risikofaktor für das Versterben von Lebertraumapatienten ermittelt wurde<sup>114</sup>. Auch in einer amerikanischen Studie wurde die Bluttransfusion als unabhängiger Prädiktor für die Mortalität bestätigt<sup>115</sup>. Wir konnten in unserer Studie belegen, dass die initiale Kreislaufstabilität repräsentiert durch den Hb-Wert, den Verbrauch an intraoperativen Blutprodukten und das initiale Verletzungsausmaß signifikante Auswirkungen auf die Mortalität der Patienten haben.

Es zeigte sich zwar auf der einen Seite in unserer Untersuchung kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sterblichkeit und der initialen hämodynamischen Situation der Patienten. Jedoch verstarben auf der anderen Seite von unseren Studienpatienten 18 der insgesamt 21 verstorbenen operierten Patienten in den ersten 24 Stunden. Diese Patienten waren in einem sehr schlechten Allgemeinzustand, der auch durch den ISS repräsentiert wurde und es erfolgte eine notfallmäßige Laparotomie.

Im Hinblick auf die Mortalität erwies sich in unserer Analyse ein höherer ISS als der ermittelte Mittelwert von  $40 \pm 20,77$  als signifikant ( $p < 0,001$ ). Dies resultiert aus der Tatsache, dass bei einigen Patienten bereits initial ein Verletzungsausmaß vorlag, das mit 75 Punkten, also im Sinne von tödlichen Verletzungen beschrieben wurde.

Patienten, die länger als der Mittelwert von  $8,31 \pm 14,18$  Tage auf der ITS beatmet wurden, hatten in unserer Studie eine signifikant ( $p = 0,026$ ) geringere Sterblichkeit als Patienten mit kürzeren Beatmungszeiten. Dies lässt sich folgendermaßen erklären: Patienten, die früher verstorben sind, wurden über einen kürzeren Zeitraum beatmet als Patienten, die länger überlebt haben und somit eine längere Verweildauer auf der ITS hatten und länger beatmet wurden.

#### **4.4 Ausblick und Empfehlungen**

Heutzutage zeigt sich eine Verlagerung der operativen Therapie bei stumpfen Bauchtraumen hin zur konservativen Therapie<sup>13, 22, 26, 65, 102</sup>. Insgesamt scheint die Nichtoperative Therapie bei etwa 50-80% der hämodynamisch stabilen Lebertraumapatienten nach stumpfem Verletzungsmechanismus eine sinnvolle und vorzugswürdige Therapie zu sein, wenn auf standardisierte Vorgänge im Traumamanagement zurückgegriffen wird<sup>100</sup>.

Dazu führten Pachter et al. 1995 in ihrer Übersicht von 14 Artikeln die Kriterien für nichtoperatives Management von Leberverletzungen nach stumpfen Abdominaltraumen bei Erwachsenen aus<sup>22</sup>:

1. Kreislaufstabilität
2. keine peritonealen Zeichen
3. keine neurologischen Auffälligkeiten
4. Computertomographischer Nachweis der Verletzung
5. keine weiteren assoziierten intraabdominalen Verletzungen
6. kein Bedarf für mehr als zwei leberassoziierte Bluttransfusionen
7. Computertomographischer Nachweis einer Besserung oder Stabilisierung mit der Zeit

Nach Goff und Gilbert 1995 sollte der Patient zusätzlich<sup>11</sup>:

1. Bettruhe halten
2. eine Magensonde bei Ileussympptomatik bekommen
3. häufige abdominelle Untersuchungen bekommen
4. häufige Blutuntersuchungen erhalten
5. in den ersten sieben Tagen eine neue Computertomographie des Abdomens erhalten

Hiatt et al. haben 16 Patienten nach stumpfen Bauchtraumen (eingeteilt nach Verbrauch an Transfusionen), die initial kreislaufstabil waren, einer kontrastmittelgestützten computertomographischen Untersuchung unterzogen<sup>82</sup>. Bei allen Patienten wurden Lacerationen oder Hämatome der Leber gefunden, jedoch erfolgte vorerst eine konservative Therapie. Zwei Patienten mussten aufgrund klinischer Verschlechterung im Verlauf laparotomiert werden, aber kein Patient hatte abdominale Komplikationen. Daraus wurden folgende Vorschläge für einen standardisierten Umgang mit Traumapatienten, die potentiell konservativ therapiert werden können, entwickelt:

1. Computertomographische Befunde müssen von einem erfahrenen Radiologen beurteilt werden, um weitere abdominale Verletzungen auszuschließen.
2. Die Patienten müssen initial auf eine Intensivstation aufgenommen werden mit Überwachung der Vitalitätszeichen und regelmäßiger abdominaler Untersuchung, sowie Dokumentation von Urinproduktion und Hämatokrit.
3. Eine computertomographische Verlaufskontrolle ist nach 2-5 Tagen indiziert, um den Parenchymschaden der Leberverletzung zu kontrollieren. Sollte der Patient weiterhin bluten, ist die sofortige Laparotomie indiziert. (...)
4. Die Notwendigkeit einer Laparotomie ist vom gesamten klinischen Bild abhängig und nicht von der Art der Verletzung. (...)
5. Die Entscheidung zur Nichtoperativen Therapie soll bei einem Allgemeinchirurgen liegen, der für den Patienten während seines gesamten Krankenhausaufenthaltes verantwortlich bleibt.

Feliciano geht so weit, für alle hämodynamisch stabilen Patienten mit einem Hämoperitoneum von weniger als 500 ml generell eine nichtoperative Therapie anzustreben<sup>116</sup>. Die 500 ml-Grenze wurde von *Pachter und Hofstetter 1995* schon revidiert und nach oben korrigiert, wenn auch ohne neue Angabe einer empfohlenen Höchstmenge<sup>22</sup>.

Meredith et al. haben gute Ergebnisse mit der nichtoperativen Therapie bei Patienten mit Grad IV und V der amerikanischen Klassifikation erzielt und folgern daraus, dass wenn der Patient kreislaufstabil ist, weder das Ausmaß der Verletzung noch die Ausdehnung eines Hämoperitoneums in der Therapie ausschlaggebend sein sollten<sup>10</sup>.

Es gibt jedoch auch Argumente gegen die konservative Therapie: *Velmahos et al.* haben in einer prospektiven Studie mit 242 Patienten, davon 99 Leberverletzungen, folgende vier unabhängige Risikofaktoren für ein Versagen der nichtoperativen Therapie von stumpfen Abdominaltraumen der Leber, Milz und Niere ermittelt<sup>61</sup>:

1. Milz- oder Nierenverletzung
2. positive Ergebnisse in der fokussierten abdominalen Sonographie
3. Notwendige Bluttransfusionen
4. Schätzwert von > 300 ml freie Flüssigkeit in der Computertomographie

Wenn diese gemeinsam auftraten kam es zu einem sehr schlechten Ergebnis. Wenn keiner dieser Risikofaktoren vorhanden war, betrug das Risiko für ein Versagen der Therapie nur 2%. In dieser Studie spielte allerdings die Leberverletzung eine geringere Rolle.

Das konservative Vorgehen kann nur für Patienten mit stumpfen Traumen sicher angewendet werden. Denn bei penetrierenden Verletzungen muss der Stichkanal revidiert oder ein Fremdkörper entfernt werden, um Infektionen zu vermeiden. Deshalb wird dieses Vorgehen sehr selten bei penetrierenden Verletzungen gewählt. In der Literatur wird nur in Einzelfällen bei penetrierenden Verletzungen ein nichtoperatives Vorgehen beschrieben<sup>102, 103</sup>.

Die Entscheidung, welcher Therapieweg initial gewählt werden sollte, bleibt von der Situation abhängig und lässt sich zum derzeitigen Stand der Forschung nicht pauschalisieren.

Das wichtigste Entscheidungskriterium stellt die Kreislaufsituation des Patienten dar und gerade bei hämorrhagisch instabilen Patienten steht die chirurgische Therapie im Vordergrund, da der hämorrhagische Schock immer noch zu den häufigsten Todesursachen bei Lebertraumapatienten zählt. Also behält die chirurgische Therapie einen wichtigen Stellenwert.

Das zweite wichtige Ziel ist die Erhaltung der Leberfunktionen und die Prävention von Komplikationen. Bei leichteren Leberverletzungen können diese Ziele oft durch nichtoperative Therapie erreicht werden.

Ein Polytraumapatient mit Verdacht auf Leberverletzung sollte auf seine Kreislaufstabilität untersucht werden, wobei der sonst als unzuverlässig geltende Parameter Schockindex schon gute Dienste leisten kann. Darüber hinaus ist der Verbrauch an Blut- und Blutprodukten entscheidend über die weitere Therapie. Falls es die hämodynamische Situation des Patienten zulässt, sollte initial eine computertomographische Untersuchung durchgeführt werden, um das Ausmaß der Verletzung einerseits zu erkennen und zu klassifizieren und andererseits die Ausdehnung zu dokumentieren. Diese ermöglicht spätere Vergleichsaufnahmen, die den Verlauf darstellen. Falls es das Verletzungsmuster zulässt, sollte der Patient konservativ therapiert werden. Darüber hinaus sollte der Patient auf die Intensivstation aufgenommen werden, um eine kontinuierliche Überwachung der Vitalparameter zu gewährleisten. Es dürfen weder peritoneale Zeichen, noch andere intraabdominelle Verletzungen vorhanden sein, die eine Operation unumgänglich machen würden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die leichteren Leberverletzungen der Grade Moore I bis II derzeit gut konservativ behandeln lassen. Der allgemeine Trend für die Zukunft geht auch bei schwereren Leberverletzungen zur konservativen Therapie, vielleicht auch bei Verletzungen von Moore Grad IV.



## 5 Zusammenfassung

In dieser Studie wurden zwischen 1995 und 2005 retrospektiv 168 konsekutive polytraumatisierte Patienten mit einer Leberverletzung bezüglich des Verletzungsmusters, der initialen Therapie und des Verlaufes hin untersucht. Dazu wurden bei Aufnahme Labor, körperlicher Untersuchungsbefund, bildgebende Diagnostik mittels Computertomographie und Sonographie und die Einteilung in die Skalierungen Polytraumaschlüssel, Glasgow Coma Scale, Injury Severity Score (ISS), Schock-Index und Moore Klassifikation der Leber im Hinblick auf die folgende Therapie ausgewertet.

Ziel der Arbeit war es, den derzeitigen internationalen Trend zur konservativen Therapie von Leberverletzungen anhand eigener Daten nachzuvollziehen und nach der Diagnostik eine Empfehlung für die nachfolgende Therapie zu geben. Das Patientenkollektiv bestand aus 117 Männern (70%) und 51 Frauen (30%), das mediane Alter betrug 32 Jahre (2-83 Jahre), die Gesamtmortalität lag bei 15%.

Es zeigte sich, dass vorwiegend stumpfe Polytraumen (n=136 Patienten) zu einer Leberverletzung führten und diese sich in 30% der Fälle konservativ behandeln ließen, wohingegen Patienten mit penetrierenden Verletzungen (n=32) zu 100% operiert wurden ( $p<0,001$ ). Insgesamt kam es in unserem Kollektiv hauptsächlich zu Moore Grad II (49%) und III (27%) Verletzungen.

Begleitverletzungen hatten in unserer Studie einen wichtigen Einfluss auf die Therapie der Leberverletzungen: Patienten mit Moore Grad II und III Verletzungen wurden signifikant häufiger operiert ( $p=0,02$ ), wenn intraabdominal weitere Verletzungen vorlagen. Dem gegenüber führten neurologische Verletzungen ( $p=0,004$ ), Thoraxverletzungen ( $p=0,004$ ) und Frakturen ( $p<0,001$ ) signifikant häufiger zu einer konservativen Therapie. Bei einem pathologischen Schockindex  $>1$  wurden die Patienten signifikant öfter operiert ( $p<0,001$ ).

Während des stationären Verlaufes kam es bei den operierten Patienten signifikant häufiger zu allgemeinen abdominalen Komplikationen wie Sub-/Ileus, abdominalen Blutungen oder einer Peritonitis ( $p<0,001$ ). Die laparotomierten Patienten erhielten im Verlauf signifikant mehr Erythrozytenkonzentrate ( $p=0,004$ ) und Fresh Frozen Plasmen ( $p=0,001$ ), als die konservativ behandelten Patienten.

Todesursachen waren bei den vier (2,4%) verstorbenen konservativ behandelten Patienten gravierende Kopfverletzungen. Bei den 21 (12,5%) laparotomierten verstorbenen Patienten führten hauptsächlich Hypovolämie und seltener neurologische Verletzungen zum exitus letalis.

In dieser Studie stellten sich ein hoher ISS, Massentransfusionen von mehr als neun EKs intraoperativ und operative Komplikationen als unabhängige Determinanten für die Mortalität heraus.

Insgesamt zeigte sich in unserer Studie, dass es im Hinblick auf die Sterblichkeit keinen signifikanten Unterschied machte, ob ein Patient operiert oder konservativ behandelt wurde ( $p=0,089$ ).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die operative Versorgung von Leberverletzungen ihren Stellenwert als entscheidende Therapie bei polytraumatisierten, kreislaufinstabilen Patienten behalten wird. Dagegen ist bei kreislaufstabilen Patienten ohne begleitende abdominelle Verletzungen die konservative Therapie auch bei größeren Parenchymschäden indiziert und führt zu exzellenten Ergebnissen: Die leichteren Leberverletzungen der Grade Moore I bis II lassen sich derzeit gut konservativ behandeln und der allgemeine Trend für die Zukunft geht auch bei schwereren Leberverletzungen zur konservativen Therapie, vielleicht auch bei Verletzungen Moore Grad IV.

## 6 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AIS	Abbreviated Injury Scale
ALAT	Alaninaminotransferase
AP	Alkalische Phosphatase
ASAT	Aspartataminotransferase
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CHE	Cholesterinesterase
CRP	C-reaktives Protein
CVK	Charité Campus Virchow Klinikum
dl	Deziliter
DPL	Diagnostische Peritoneallavage
EK	Erythrozytenkonzentraten
ERCP	endoskopisch- retrograde Cholangiopankreatikographie
FFP	Fresh Frozen Plasma
GCS	Glasgow Coma Scale
ggf.	gegebenenfalls
$\gamma$ GT	$\gamma$ -Glutamyltransferase
GLDH	Glutamatdehydrogenase
Hb	Hämoglobinwert
intraop.	intraoperativ
ISS	Injury Severity Score
ITS	Intensivstation
k. A.	keine Angaben
KI	Konfidenzintervall
KM	Kontrastmittel
l	Liter
LDH	Laktatdehydrogenase
m	männlich
Min.	Minute
MRCP	Magnetresonanztomographische endoskopisch-retrograde Cholangiopankreatikographie

MW	Mittelwert
n	Patientenzahl
NH <sub>3</sub>	Stickstoff
nl	Nanoliter
OISC	Organ Injury Scaling Committee of the American Association for the Surgery of Trauma
OP	Operation
Pat.	Patienten
PKW	Personenkraftwagen
PTS	Hannoverscher Polytraumaschlüssel
PTT	Partial thromboplastin time (Partielle Thromboplastinzeit)
RR	Blutdruck nach Riva/Rocci
SHT	Schädel Hirn Trauma
SIRS	Systemic inflammatory response syndrome
sog.	so genannt
systol.	Systolisch
Tab.	Tabelle
TPZ	Thromboplastinzeit
U	Units
VU	Verkehrsunfall
w	weiblich

## **7 Danksagung**

Ich danke allen, die mir die Möglichkeit zu dieser Promotion gegeben haben. Meinem Doktorvater und Betreuer PD Dr. Dietmar Jacob danke ich für die Überlassung des Themas, hilfreiche Unterstützung und Geduld. PD Dr. Marcus Bahra danke ich für die anfängliche Unterstützung.

Besonderer Dank gilt meinem Ehemann Tobias Holdt, meinem Sohn Noah, meinen Eltern Gertrudis und Prof. Dr. Dr. Ulrich Nembach und meinen Schwiegereltern Roswitha und Wolfgang Holdt, die mich alle regelmäßig ermuntern haben, mir mit Rat und Tat zur Seite standen und mir die Zeit geschenkt haben, diese Arbeit fertig zustellen.

## **8 Erklärung**

Ich, Inke Holdt geb. Nembach erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Die Therapie polytraumatisierter Patienten mit Leberverletzungen– Eine retrospektive Auswertung von 168 konsekutiven Patienten“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

## **9 Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## 10 Referenzen

---

- <sup>1</sup> Oestern HJ, Rieger G, Wittke M und AG Polytrauma der DGU: Lehren und Konsequenzen aus Sammelregistern: Das Polytraumaregister der DGU. In: Kongressband der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Springer Berlin 2001, S.712-715.
- <sup>2</sup> Meier J, Habler O. The polytrauma patient in the intensive care unit. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2007;42:723-30.
- <sup>3</sup> Haas NP, Lindner T, Bail HJ. Neues zum Polytrauma. *Chirurg* 2007;78:894-901.
- <sup>4</sup> Stürmer KM, Meenen NM, Blauth M, Siebert H et al. Leitlinien- Kommission der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. 1997.
- <sup>5</sup> Teasdale G, Jennett BJ. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974;2:81-84.
- <sup>6</sup> Oestern H J, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M. Klassifizierung der Verletzungsschwere. *Unfallchirurg* 1985;88:465-472.
- <sup>7</sup> Baker SP, O'Neill B, Heddon W, Long EB. The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;14:187-195.
- <sup>8</sup> Lesutrel M, Graf R, Aleil B et al. Platelet-derived serotonin mediates liver regeneration. *Science* 2006;312:104-107.
- <sup>9</sup> Markus PM, König S, Liersch T, Becker H. Die Leberregeneration. *Onkologie* 2000;6:348-355.
- <sup>10</sup> Meredith JW, Young JS, Bowling J, Roboussin D. Nonoperative management of blunt hepatic trauma: the exception or the rule? *J Trauma* 1994;36:529-534.
- <sup>11</sup> Goff CD, Gilbert CM. Nonoperative management of blunt hepatic trauma. *Am Surg* 1995;61:66-68.
- <sup>12</sup> Cox EF, Flancbaum L, Dauterive AH, Paulson RL. Blunt trauma to the liver analysis of management and mortality in 323 consecutive patients. *Ann Surg* 1988;207:126-134.
- <sup>13</sup> Feliciano DV. Surgery for liver trauma. *Surg Clin North Am* 1989;69:273-284.



- 
- <sup>14</sup> Oniscu GC, Parks RW, Garden OJ. Classification of liver and pancreatic trauma. *HPB (Oxford)* 2006;8:4-9.
- <sup>15</sup> Feliciano DV et al. Packing for control of hepatic hemorrhage. *J Trauma* 1986;26: 738.
- <sup>16</sup> Parks RW, Chrysos E, Diamond T. Management of liver trauma. *Brit J of Surg* 1999;86:1121-1135.
- <sup>17</sup> Fernández ED, Aufmkolk M, Schmidt U, et al. Outcome and management of blunt liver injuries in multiple trauma patients. *Langenbeck's Arch Surg* 1999;384:453-460.
- <sup>18</sup> Safi F, Weiner S, Poch B, Schwarz A, Beger HG. Chirurgische Versorgung von Leberrupturen. *Chirurg* 1999;70:253-258.
- <sup>19</sup> Schiebler, Schmidt *Anatomie* 5. Auflage Springer 1991, S.595-602.
- <sup>20</sup> Couinaud C, Perez R, Manouvrier J. Riedel's lobe and the diaphragmatic fissures. Source of the error in the interpretation of hepatic radiography and radioisotope scanning. *Presse Med* 1968;76:2143-4.
- <sup>21</sup> Hasse FM, Nürnberger H. *Klinikleitfaden Chirurgie*. Urban und Fischer 3. Auflage 2002, S.702.
- <sup>22</sup> Pachter HL, Hofstetter SR. The current status of nonoperative management of adult blunt hepatic injuries. *Am J Surg* 1995;169:442-454.
- <sup>23</sup> Baron BJ, Scalea TM, Sclafani SJA et al. Nonoperative management of blunt abdominal trauma: The role of sequential diagnostic peritoneal lavage, computed tomography, and angiography. *Ann Emer Med* 1993;22:1156-1562.
- <sup>24</sup> Ciraulo DL, Luk S, Palter M et al. Selective hepatic arterial embolization of grade IV and V blunt hepatic injuries: An extension of resuscitation in the nonoperative management of traumatic hepatic injuries. *J Trauma* 1998;45:353-358.
- <sup>25</sup> De Toma G, Mingoli A, Modini C, Cavallaro A, Stipa S. The Value of angiography and selective hepatic artery embolisation for continuous bleeding after surgery in liver trauma: case reports. *J Trauma* 1994;37:508-511.
- <sup>26</sup> Moore EE. Critical Decisions in the management of hepatic trauma. *Am J Surg* 1984;148:712-6.
- <sup>27</sup> Little JM, Fernandes A, Tait N. Liver Trauma. *Aust NZ J Surg* 1986;56:613.
- <sup>28</sup> Lau IV, Horsch JD, Viano DC, Andrzejak DV. Biomechanics of the liver injury by steering wheel loading. *J Trauma* 1987;27:225.

- 
- <sup>29</sup> Schweizer W, Tanner S, Baer HU, Lerut J, Huber A, Gertsch P, Blumgart LH. Management of traumatic liver injuries. *Br J Surg* 1993;80:86-88.
- <sup>30</sup> Matthes G, Stengel D, Seifert J, Rademacher G, Mutze S, Ekerkamp A. Blunt liver injuries in polytrauma: results from a cohort study with the regular use of whole-body helical computed tomography. *World J Surg*. 2003;27:1124-30.
- <sup>31</sup> Langrehr JM, Keck H, Knoop M, Kratschmer B, Neuhaus PJ. Operative Therapie von Leberverletzungen. *Akt Chir* 1997;32:240-245.
- <sup>32</sup> Guthy E, Brölsch C, Neuhaus P, Pichlmayr R. Infrarot-Kontaktkoagulation an der Leber: Technik-Taktik-Ergebnisse. *Langenbecks Archiv für Chirurgie* 1984;363:129-138.
- <sup>33</sup> Kram HB, Reuben BI, Fleming AW, Shoemaker WC. Use of fibrin glue in hepatic trauma. *J Trauma* 1988;28:1195-1201.
- <sup>34</sup> Ochsner MG, Maniscalco-Theberge ME, Champion HR. Fibrin glue as a hemostatic agent in hepatic and splenic trauma. *J Trauma* 1990;30:884-887.
- <sup>35</sup> Berguer R, Staerkel RL, Moore EE, Moore FA, Galloway WB, Mockus MB. Warning: Fatal reaction to the use of fibrin glue in deep hepatic wounds. Case Reports. *J Trauma* 1991;31:408-411.
- <sup>36</sup> Wadia Y, Xie H, Kajitani M. Sutureless liver repair and hemorrhage control using laser-mediated fusion of human albumin as a solder. *J Trauma* 2001;51:51-59.
- <sup>37</sup> Kremer B, Henne-Bruns D. Wertung der verschiedenen Techniken bei der Leberruptur. *Chirurg* 1993;64:852-859.
- <sup>38</sup> Yilmaz S, Kirimlioglu V, Katz D, Caglikulkci M, Ara C, Hilmioglu F. Bilhaemia: An unexpected complication of liver trauma. *Eur J Surg* 2001;167:542-545.
- <sup>39</sup> Tsugawa K et al. Anatomic Resection for severe Blunt Liver Trauma in 100 Patients: significant Differences between Young and Elderly. *World J of Surgery* 2002;26:544-549.
- <sup>40</sup> Scheele J. *Chirurg* 2001;72:113-124.
- <sup>41</sup> Martin CJ, Cox MR Selective Vascular Occlusion with staged Hemihepatectomy for Blunt Liver Trauma. *Aust N Z J Surg* 2000;70:503-505.
- <sup>42</sup> Neuhaus P, Pichlmayr R. Postoperative Komplikationen nach Versorgung von Leberrupturen in *Die Praxis der Chirurgie*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1986, S.95-101.

- 
- 43 Brislin RP, Stemm J, Brotman S. Physiological Effects of Liver Packing. *Am Surg* 1995;61:417-418.
- 44 Stone H, Lamb. Use of peridicled Omentum as en autogenous pack for control of hemorrhage in major injuries of the liver. *Surg Gynecol Obstet* 1975;141:92-94.
- 45 Sturm J, Saeger HD, Hagmüller E, Trede M. Mesh-Wrapping der Leber. Eine vielversprechende Methode zur Versorgung des schweren Lebertraumas. *Chirurg* 1994;65:382-387.
- 46 Bakker FC, Wille F, Patka P, Haarman HJTM. Surgical treatment of liver injury with an absorbable mesh: An experimental study. *J Trauma* 1995;38:891-894.
- 47 Moffitt TP, Baker DA, Kirkpatrick SJ, Prah SA. Mechanical properties of coagulated albumin and failure mechanisms of liver repaired with the use of an argon-beam coagulator with albumin. *J Biomed mater Res* 2002;63:722-8.
- 48 Angstadt J, Jarrell B, Moritz M et al. Surgical management of severe liver trauma: A role for liver transplantation. *J Trauma*. 1989;29:606-8.
- 49 Ginzburg E, Shatz D, Lynn M. The role of liver transplantation in the subacute trauma patients. *Am Surg*. 1998;64:363-4.
- 50 Demirbas A, Fragulidis GP, Karatzas T et al. Role of liver transplantation in the management of liver trauma. *Transplantation Proceedings* 1997;29:2848.
- 51 Ringe B, Lübke N, Kuse E, Frei U, Pichlmayr R. Total Hepatektomy and Liver Transplantation as Two-stage Procedure. *Ann Surg*. 1993;218:3-9.
- 52 Meredith JW, Young JS, Bowling J, Roboussin D. Nonoperative management of blunt hepatic trauma: the exception or the rule? *J Trauma* 1994;36:529-534.
- 53 Goff CD, Gilbert CM. Nonoperative management of blunt hepatic trauma. *Am Surg* 1995;61:66-68.
- 54 Feliciano DV. Surgery for liver trauma. *Surg Clin North Am* 1989;69:273-284.
- 55 Oniscu GC, Parks RW, Garden OJ. Classification of liver and pancreatic trauma. *HPB (Oxford)*. 2006;8:4-9.
- 56 Walt AJ. Hepatic trauma. In: R. Smith: *Surgical Forum- The Liver*. London, Butterworths,1979. S.83-112.

- 
- 57 Srivatava AR, Kumar S, Agarwal GG, Ranjan P. Blunt abdominal injury: serum ALT-A marker of liver injury and a guide to assessment of its severity. *Injury*. 2007;38:1069-74.
- 58 Croce MA, Fabian TC, Menke PG et al. Nonoperative Management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of a prospective trial. *Ann Surg* 1995;221:744-755.
- 59 Christmas AB, Wilson AK, Manning B et al. Selective management of blunt hepatic injuries including nonoperative management is a safe and effective strategy. *Surgery* 2005;138:606-10.
- 60 Fang JF, Wong YC, Lin BC, Hsu YP, Chen MF. Usefulness of multidetector computed tomography for the initial assessment of blunt abdominal trauma patients. *World J Surg*. 2006;30:176-82.
- 61 Velmahos GC, Toutouzas KG, Radin R, Chan L, Demetriades D. Nonoperative treatment of blunt injury to solid abdominal organs. A prospective study. *Arch Surg* 2003;138:844-51.
- 62 Stengel D, Bauwens K, Porzsolt F, Rademacher G, Mutze S, Ekkerkamp A. Sonographische Diagnostik im Schockraum bei stumpfem Bauchtrauma – Metaanalyse Update 2003. *Zentralbl Chir* 2003;128:1027-1037.
- 63 Clevert DA, Weckbach S, Minaifar N, Clevert DA, Stickel M, Reiser M. Contrast-enhanced ultrasound versus MS-CT in blunt abdominal trauma. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2008;39:155-69.
- 64 Fischer RP, Miller-Crotchett P, Reed RL. Gastrointestinal disruption: the hazard of nonoperative management in adults with blunt abdominal injury. *J Trauma* 1988;28:1445-1449.
- 65 Pal JD, Victorino GP. Defining the role of computed tomography in blunt abdominal trauma: use in the hemodynamically stable patient with a depressed level of consciousness. *Arch Surg*. 2002;137:1029-32.
- 66 Brakenridge SC, Nagy KK, Joseph KT, An GC, Bokhari F, Barrett J. Detection of intra-abdominal injury using diagnostic peritoneal Lavage after shotgun wound to the abdomen. *J Trauma*. 2003;54:329-31.
- 67 Karamercan A, Yilmaz TU, Karamacan MA, Aytac B. Blunt abdominal trauma: evaluation of diagnostic options and surgical outcomes. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2008;13:205-10.

- 
- 68 Gou DY, Jin Y, Chen LY, Wei Q. ICU management of patients with suspected positive findings of diagnostic peritoneal lavage following blunt abdominal trauma. *Chin J Traumatol* 2005;8:46-8.
- 69 Al-Salamah SM, Mirza SM, Ahmad SN, Khalid K. Role of ultrasonography, computed tomography and diagnostic peritoneal lavage in abdominal blunt trauma. *Saudi Med J*. 2002;23:1350-5.
- 70 Reed RL, Merrel RC, Meyers WC, Fischer RP. Continuing evolution in the approach to severe liver trauma. *Ann Surg* 1992;11:524-538.
- 71 Maxwell-Armstrong C, Brooks A, Field M, Hammond J, Abercrombie J. Diagnostic peritoneal lavage analysis: should trauma guidelines be revised? *Emerg Med J*. 2002;19:524-5.
- 72 Létoublon C, Chen Y, Arvieux C et al. Delayed celiotomy or laparoscopy as part of nonoperative management of blunt hepatic trauma. *World J Surg*. 2008;32:1189-93.
- 73 Franklin GA, Richardson JD, Brown AL et al. Prevention of bile peritonitis by laparoscopic evacuation and Lavage after nonoperative treatment of liver injuries. *Am Surg*. 2007;73:611-6.
- 74 Pilgrim CH, Usatoff V. Role of laparoscopy in blunt liver trauma. *ANZ J Surg*. 2006;76:403-6.
- 75 Saribeyoglu K, Pekmezci S, Baca B et al. Laparoscopy offers diagnosis and treatment in abdominal stab injuries. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2007;17:396-401.
- 76 Cui H, Luckeroth P, Peralta R. Laparoscopic management of penetrating liver trauma: a safe intervention for hemostasis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2007;17:219-22.
- 77 Claridge JA, Young JS. A successful multimodality strategy for management of liver injuries. *Am Surg*. 2000;66:920-5.
- 78 Kozianka J, Waleczek K, Smektala R. Epidemiologie des Lebertraumas. *Chir Gastroenterol* 1995;11:18-21.
- 79 Atanasijevic TC, Savic SN, Nikolic SD, Djoki VM. Frequency and severity of injuries in correlation with the height of fall. *J Forensic Sci*. 2005;50:608-12.
- 80 Rivkind AI, Siegel JH, Dunham CM. Patterns of Organ Injury in Blunt Hepatic Trauma and Their Significance for Management and Outcome. *J Trauma* 1989;29:1398-1415.
- 81 Feliciano DV, Mattox KL, Jordan GL, Burch JM, Bitondo CG, Cruse PA. Management of 1000 Consecutive cases of Hepatic Trauma (1979-1984). *Ann Surg* 1986;204:438-445.

- 
- 82 Hiatt JR. Nonoperative management of major blunt liver injury with hemoperitoneum. *Arch Surg* 1990;125:101-103.
- 83 Létoublon C, Arvieux C. Nonoperative management of blunt hepatic trauma. *Minerva Anesthesiol* 2002;68:132-7.
- 84 Hawkins ML, Wynn JJ, Schmacht DC, Medeiros RS, Gadacz TR. Nonoperative management of Liver and/or Splenic Injuries: Effect on Resident Surgical Experience. *Am Surg* 1998;64:552-7.
- 85 Coburn MC, Pfeifer J, DeLuca FG. Nonoperative management of splenic and hepatic trauma in the multiply injured pediatric and adolescent patient. *Arch Surg* 1995;130:332-8.
- 86 Sundbom M, Rasmussen I, Haglund U. Konservativ behandling oftast bäst vid cirkulatorisk stabilitet. *Läkartidningen* 2002;99:1063-1069.
- 87 Fang JF, Chen RJ, Wong YC et al. Classification and treatment of pooling of contrast material on computed tomographic scan of blunt hepatic trauma. *J Trauma*. 2000;49:1083-1088.
- 88 Gaarder C, Naess PA, Eken T et al. Liver injuries-improves results with a formal protocol including angiography. *Injury* 2007;38:1075-83.
- 89 Cuff RF, Cogbill TH, Lambert PJ. Nonoperative management of blunt liver trauma: the value of follow-up abdominal computed tomography scans. *Am Surg* 2000;66:332-6.
- 90 Rulli F, Galatà G, Maura A, Adeddu F, Olivi G, Farinon AM. Dynamics of liver trauma: tearing of segments III and IV at the level of hepatic ligament. *Chir Ital* 2008;60/59:659-67.
- 91 Chamtal P, Kupka P, Fuksa Z, Belina F, Hasek R, Voldrich M. Liver trauma usually means management of multiple injuries: analysis of 78 patients. *Int Surg* 2008;93:72-7.
- 92 Gourgiotis S, Vougas V, Germanos S et al. Operative and nonoperative management of blunt hepatic trauma in adults: a single-center report. *J Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2007;14:387-91.
- 93 Knudson MM, Lim RC, Oakes DD, Jeffrey RB. Nonoperative management of blunt liver injuries in adults: The need for continued surveillance. *J Trauma* 1990;30:1494-1500.
- 94 Hollands MJ, Little JM. Non-operative management of blunt liver injuries. *Br J Surg* 1991;78:968-972.
- 95 Trunkey DD, Shires GT, McClelland R. Management of Liver Trauma in 811 Consecutive Patients. *Ann Surg* 1974;179:722-727.

- 
- <sup>96</sup> Markogiannakis H, Sanidas E, Michalakis I, Maouras A, Melissas J, Tsiftsis D. Predictive factors of operative or nonoperative management of blunt hepatic trauma. *Minerva Chir.* 2008;63:223-8.
- <sup>97</sup> Schnüringer B, Inderbitzin D, Schafer M, Kickuth R, Exadaktylos A, Cadinas D. Concomitant injuries are an important determinant of outcome of high-grade blunt hepatic trauma. *Br J Surg* 2009;96:104-10.
- <sup>98</sup> Malhotra AK, Latifi R, Fabian TC et al. Multiplicity of solid organ injury : influence on management and outcomes after blunt abdominal trauma. *J Trauma* 2003;54:925-9.
- <sup>99</sup> Shapiro MB, Nance ML, Schiller HJ, Hoff WS, Kauder DR, Schwab CW. Nonoperative management of solid abdominal organ injuries from blunt trauma: impact of neurologic impairment. *Am Surg* 2001;67:793-6.
- <sup>100</sup> Golling M, Schaudt A, Mehrabi A, Mood ZA, Bechstein WO. Clinical application of soft polyglycolic acid felt for hemostasis and repair of a lacerated liver: report of two cases. *Surg Today* 2008;38:188-92.
- <sup>101</sup> Lyuboslavsky Y, Pattillo MM. Stable patients with blunt liver injury: observe, do not operate! *Cit Care Nurs Q* 2009;32:14-8.
- <sup>102</sup> Pal KMI, Khan A. Nonoperative management of penetrating liver trauma injury. *Int J Care Injured* 2000;31:199-201.
- <sup>103</sup> Navsaria PH, Nicol AJ, Krige JE, Edu S. Selective Nonoperative Management of Liver Gunshot Injuries. *Ann Surg* 2009;249:653-6.
- <sup>104</sup> Feinstein AJ, Varela JE, Cohn SM, Compton RP, McKenney MG. Fibrin glue eliminates the need for packing after complex liver injuries. *Yale J Biol Med* 2001;74:315-21.
- <sup>105</sup> Leixnering M, Reichetseder J, Schultz A et al. Gelatin thrombin granules for hemostasis in a severe traumatic liver and spleen rupture model in swine. *J Trauma* 2008;64:456-61.
- <sup>106</sup> Polanco P, Leon S, Pineda J et al. Hepatic resection in the management of complex injury to the liver. *J Trauma* 2008;65:1264-9.
- <sup>107</sup> Lendemans S, Heuer M, Nast-Kolb D et al. Bedeutung des Lebertraumas für die Inzidenz von Sepsis, Multiorganversagen und Letalität bei Schwerverletzten. *Unfallchirurg* 2008;111:232-9.
- <sup>108</sup> Gao JM, Du DY, Zhao XJ. Liver trauma: experience in 348 cases. *World J Surg* 2003;27:703-708.
- <sup>109</sup> Hsieh CH, Chen RJ, Fang JF et al. Liver abscess after non-operative management of blunt liver injury. *Langenbecks Arch Surg* 2003;387:343-7.

- 
- <sup>110</sup> Kozar RA, Moore JB, Niles SE et al. Complications of nonoperative management of high-grade blunt hepatic injuries. *J Trauma* 2005;59:1066-71.
- <sup>111</sup> Molina EG, Reddy KR. Postoperative jaundice. *Clin Liver Dis* 1999;3:477-488.
- <sup>112</sup> Schlumpelick V, Bleese NM, Mommsen M. *Chirurgie. Enke im Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York* 2000, S.926.
- <sup>113</sup> Siegel JH. The effect of associated injuries on the death and disability in blunt traumatic brain injury. *MIEMSS Annual Report 1988-1989, Research Program Reports*.
- <sup>114</sup> Ott R, Schön MR, Seidel S, Schuster E, Josten C, Hauss J. Chirurgische Therapie, prognostische Faktoren und Ergebnisse beim Lebertrauma. *Unfallchirurg* 2005;108:127-34.
- <sup>115</sup> Malone DL, Dunne J, Tracy JK, Putnam AT, Scalea TM, Napolitano LM. Blood transfusion, independent of shock severity, is associated with worse outcome in trauma. *J Trauma* 200;54:898-905.
- <sup>116</sup> Feliciano DV. Continuing evolution in the approach to severe liver trauma. *Ann Surg* 1992;216:521-523, Editorial.