

Aus dem
Zentrum für Klinische Forschung, Unfallkrankenhaus Berlin

DISSERTATION

**Epidemiologie, Risikofaktoren und Ergebnisse der
Leitlinien-konformen Therapie von Verletzungen des
unteren Harntraktes bei Polytraumatisierten**

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Jana Pretzer
aus Pasewalk

Datum der Promotion: 05.12.2014

I ABSTRAKT

Einleitung und Hintergrund

Verletzungen der unteren Harnwege beim Polytraumatisierten sind selten und ordnen sich im Mittelfeld der Behandlungsprioritäten ein, beeinflussen aber langfristig Funktion und Lebensqualität. Im Vergleich zu anderen urogenitalen Verletzungen (z.B. der Nieren) existieren verhältnismäßig wenige Daten zu diesem Problem. In dieser retrospektiven Kohortenstudie sollten die Häufigkeit und die Ergebnisse des interdisziplinären Managements von Harnblasen- und Harnröhrenrupturen konform der interdisziplinären S3-Leitlinie Schwerverletztenversorgung dargestellt und etwaige Einflussfaktoren auf das Outcome ermittelt werden.

Methoden

Eingeschlossen wurden konsekutiv alle männlichen und weiblichen Schwerverletzten (definiert über einen Injury Severity Score [ISS] ≥ 16), welche im Unfallkrankenhaus Berlin (ukb), einem überregionalen Traumazentrum, zwischen 1997 und 2008 wegen begleitender Verletzungen der Harnblase und der Harnröhre behandelt wurden. Neben einer Beschreibung der Demografie, Verletzungsmechanismen und –schwere wurden Indikatorverletzungen sowie Zeitpunkt und Ergebnisse der individuell gewählten Therapiestrategien bei nachuntersuchten Patienten analysiert. Die Ergebnisse wurden der derzeit besten verfügbaren Evidenz aus der Literatur gegenübergestellt.

Ergebnisse

Im Beobachtungszeitraum wurden insg. 1311 Schwerverletzte im ukb behandelt, von denen 31 (27 Männer, 4 Frauen, medianes Alter 46 [Spanne 19 – 73] Jahre, medianer ISS 29 [Spanne 16 bis 59]) Harnblasen- (n=9), Harnröhren- (n=19) oder kombinierte Verletzungen (n=3) aufwiesen. Die Prävalenz betrug damit 2,4% (95% Konfidenzintervall [KI] 1,6 – 3,3%).

Harnblasenverletzungen teilten sich in 4 Grad I/II Verletzungen, welche nicht-operativ, und 8 Grad III-V-Verletzungen auf, welche primär operativ (im Rahmen von Beckenosteosynthesen) versorgt wurden. Die Harnableitung wurde im Median nach 14 (Spanne 4 – 58) Tagen entfernt; alle Patienten boten bei Entlassung eine zufriedenstellende, resturinarme Spontanmiktion bei noch reduzierten Miktionsvolumina. Als Komplikation wurde eine Harnblasen-Scheiden-Fistel beobachtet.

Alle Harnröhrenverletzungen wurden mittels offener Harnröhrenschiebung im Rahmen der Beckenosteosynthese am Unfalltag (*sofortige* Therapie) oder wenige Tage später (*verzögert primäre* Therapie) behandelt. 14 / 22 Patienten wurden nachuntersucht. Das Risiko für (mittels Urethrotomia interna kurativ behandelbare) kurzstreckige Harnröhrenengen betrug 50% (95% KI 23 – 77%), für eine erektile Dysfunktion (36%, 95% KI 13 – 65%) und damit geringfügig unterhalb der in der Literatur berichteten Raten.

Schlussfolgerungen

Harnblasenverletzungen beim Polytraumatisierten haben bei prolongierter transurethraler Harnableitung eine gute Prognose; ein einzeitiger Verschluss durch den Urologen kann im Falle einer Laparotomie bzw. Beckenosteosynthese sinnvoll sein. Bei Harnröhrenverletzungen sollte die primäre offene Harnröhrenschiebung (am Unfalltag) bevorzugt werden, um das Risiko für Strikturen, Inkontinenz und erektile Dysfunktion zu minimieren.

II ABSTRACT

Introduction and background

Injuries of the lower urinary tract in severely injured patients are rare and have a minor impact on acute, priority-oriented care. Yet, they may markedly influence later function and health-related quality of life. Compared to other uro-genital injuries (e.g., renal trauma), the body of evidence on this distinct clinical problem remains scarce. The objective of this retrospective cohort study was to describe the epidemiology and treatment outcomes of interdisciplinary management of urinary bladder and urethral injuries according to the recent German clinical practice guideline on trauma care, and to identify potential variables contributing to outcomes.

Methods

This study included all male and female patients with severe injuries (as defined by an Injury Severity Score [ISS] ≥ 16) admitted to the Unfallkrankenhaus Berlin (ukb), a metropolitan trauma center, between 1997 and 2008 because of accompanying injuries of the lower urinary tract. Apart from baseline demography, injury pattern and severity, potential red flag signs, the timing and results of individual treatment approaches were analyzed in an exploratory fashion. Findings were compared to the current best evidence from the literature.

Results

During the study period, 1311 severely injured patients were referred to the ukb, 31 (2.4%, 95% confidence interval [CI] 1.6 – 3.3%) of whom had urinary bladder (n=9), urethral (n=19), and combined ruptures (n=3). There were 27 men and 4 women with a median age of 46 (range, 19 – 73) years and a median ISS of 29 (range, 16 – 59). Pelvic ring injuries were associated with a 14 times increased risk of lower urinary tract injuries (risk ratio [RR] 13.7, 95% CI 4.8 – 38.9). Gross hematuria proved as a sensitive diagnostic sign. Bladder ruptures included 4 grade I/II injuries (treated non-operatively) and 12 grade III to V injuries demanding surgical closure during internal fixation of pelvic fractures.

After a median of 14 (range, 4 – 58) days, trans-urethral catheters were removed. All patients showed sufficient bladder function on discharge with spontaneous urination but still reduced volumes. A fistula between the vagina and the urinary bladder was observed as the single complication.

All urethral injuries were treated by open trans-urethral realignment on admission (immediate therapy) or few days later (early delayed therapy).

14 of 22 patients were available for follow-up. The risk of short urethral strictures (subsequently released by internal urethrotomia) was estimated at 50% (95% CI 23 – 77%). Erectile dysfunction occurred in 36% (95% CI 13 – 65%) of all patients, a slightly lower risk than expected based on literature information.

Conclusions

Injuries of the urinary bladder in severely injured patients are associated with a good prognosis, given prolonged trans-urethral drainage. Single-stage surgical closure may be justified in case of a laparotomy or internal fixation of pelvic ring fractures.

Urethral ruptures should be managed by primary trans-urethral realignment to minimize the risk of later stricture, incontinence, and erectile dysfunction.

III INHALT

1	EINLEITUNG	3
1.1	Epidemiologie schwerer Verletzungen: Stand 2013 / 2014	3
1.2	Verletzungen der Harnwege	5
1.3	Besonderheiten der Verletzungen des unteren Harntraktes	6
1.3.1	Harnblase: funktionelle Anatomie	6
1.3.2	Harnröhre: geschlechtsspezifische Faktoren	8
1.4	Fragestellung	10
2	PATIENTEN UND METHODEN	11
2.1	Datenerhebung	11
2.1.1	Setting	11
2.1.2	Datenquelle	11
2.1.3	Ethik und Datenschutz	12
2.2	Definitionen und Klassifikationen	12
2.2.1	Polytrauma	12
2.2.2	Schweregraduierung von Harnblasenverletzungen	13
2.2.3	Schweregraduierung von Harnröhrenverletzungen	13
2.2.4	Komplexe Beckenfrakturen	14
2.3	Umsetzung von Leitlinienempfehlungen im Studienzentrum	15
2.3.1	Generelle Prinzipien	15
2.3.2	Makrohämaturie als Entscheidungskriterium	17
2.3.3	Operativer Standard bei kompletten Harnröhrenrupturen	19
2.4	Datenmanagement und Statistik	21
2.5	Berichterstattung	21
3	ERGEBNISSE	22
3.1	Demografie, Verletzungsmuster und -ursachen	22
3.2	Komplexe Beckenfrakturen	28

3.3 Harnblasenverletzungen	33
3.3.1 Verletzungsmuster, Diagnostik und Therapie	33
3.3.2 Behandlungsergebnisse	35
3.4 Harnröhrenverletzungen	37
3.4.1 Verletzungsmuster, Diagnostik und Therapie	37
3.4.2 Behandlungsergebnisse	40
4 DISKUSSION	45
4.1 Ergebnisse im Kontext bisheriger bester Evidenz	45
4.2 Limitationen	50
4.3 Schlussfolgerungen	50
5 LITERATURVERZEICHNIS	52
6 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	59
7 LEBENSLAUF	60
8 DANKSAGUNG	62

1 EINLEITUNG

1.1 Epidemiologie schwerer Verletzungen: Stand 2013 / 2014

Nach aktuellen Ergebnissen der European Association for Injury Prevention and Safety Promotion (EuroSafe) stehen Unfälle mit jährlich 230000 Toten an Stelle vier aller Todesursachen nach kardiovaskulären, Krebs- und Atemwegserkrankungen in der Europäischen Union (EU, http://ec.europa.eu/health/data_collection/docs/idb_report_2013_en.pdf). Pro Jahr werden in der EU 33,9 Millionen ambulante und 5,7 Millionen stationäre Behandlungen aufgrund von Verletzungen durchgeführt. Diese Zahlen stehen im Einklang mit den Schätzungen und Projektionen der Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO).¹⁻³ Gemäß Unfallmodul der letzten Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA) Studie des Robert Koch Instituts erleidet jeder 12. Erwachsene in Deutschland im Jahr einen Unfall (http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsB/unfallbericht_geda.pdf;jsessionid=01283F556B5F29A2C17CA3D192ED64E3.2_cid372?__blob=publicationFile).

Typische Mechanismen, welche zu einem hohen Risiko für Verletzungen mehrerer anatomischer Regionen (des Stütz- und Bewegungsapparates und der großen Körperhöhlen) prädisponieren, sind alle Formen von Verkehrsunfällen und Stürze aus großer Höhe. Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes (<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleAktuell.html;jsessionid=0C77A161B83410B7A795749DC255DD97.cae4>), der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, http://www.bast.de/nn_74636/DE/Publikationen/Infos/2009-2008/10-2009.html) und des TraumaRegisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) nahm die Zahl der Getöteten in den vergangenen Jahren deutlich ab, die Rate der Schwerverletzten blieb hingegen auf hohem Niveau.⁴

Die Schwerverletztenversorgung in Deutschland nimmt seit Jahrzehnten qualitativ einen Spitzenplatz in der Welt ein. Die vielleicht größte Neuordnung der Verletztenversorgung stellt die flächendeckende Einführung von TraumaNetzwerken und Zertifizierung lokaler, regionaler und überregionaler Traumazentren (in Analogie

zu den US-amerikanischen, durch das American College of Surgery [ACS] überwachten Level III, II und I Zentren) unter Federführung der DGU dar.⁵ Von diesen durchlaufen viele mittlerweile bereits die zweite Zertifizierungsphase.⁶ Die nachgewiesene Assoziation zwischen Struktur- und Prozessqualität einerseits und Ergebnisqualität (im Hinblick auf Überleben, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Funktion und wirtschaftliche Aspekte) andererseits macht diese abgestufte, miteinander verzahnte Strukturierung der stationären Behandlung von Schwerverletzten medizinisch und ökonomisch notwendig.⁷⁻¹¹

Neben den im Weißbuch Schwerverletztenversorgung der DGU detailliert vorgeschriebenen Strukturen (u.a. Schockraumkonfiguration und -größe, Verfügbarkeit der Computertomografie [CT], Teamkonstellationen)¹² müssen Zentren elementare Prozesse wie Advanced Trauma Life Support (ATLS®) und Massentransfusionsprotokolle vorweisen können. Letztere wurden in der S3-Leitlinie Polytrauma der DGU mit der besten verfügbaren Evidenz (Stand 2011) und daraus abgeleiteten Empfehlungsgraden unterlegt.¹³

Orientierend kann die Versorgungsaufgabe der verschiedenen Zentren wie folgt beschrieben werden:

- Einrichtungen der Basisversorgung (lokale Traumazentren) übernehmen die Behandlung von Schwerverletzten im Rahmen der chirurgischen Notfallversorgung und, im Verbund mit regionalen und überregionalen Traumazentren, die Mit- und Weiterbehandlung bei geeigneten Verletzungsformen und Behandlungsphasen entsprechend regionaler Gegebenheiten und Leistungsspektren.
- Regionale Traumazentren (Einrichtungen der Maximal- oder Schwerpunktversorgung) müssen die umfassende Notfallversorgung garantieren und hierfür spezielle Fachdisziplinen zur definitiven Versorgung von Schwerverletzten und entsprechenden Intensivbehandlungs- und Operationskapazitäten vorhalten.
- Überregionale Traumazentren sind Kliniken der Maximalversorgung. Sie haben die besondere Aufgabe und Verpflichtung zur interdisziplinären Behandlung aller Schwerverletzten, insbesondere solcher mit speziellen Verletzungsmustern und -folgen. Neben einer zeitlich unbegrenzten

Vorhaltung von Intensiv- und Operationskapazitäten muss die zeitgerechte Verfügbarkeit aller für die Versorgung von Schwerverletzten notwendigen Fachdisziplinen inklusive komplexer Wiederherstellungsverfahren gewährleisten. Sie sind eingebunden in die Fort- und Weiterentwicklung des Katastrophenschutzes zur Bewältigung von Großschadensereignissen und des Massenanfalls von Verletzten, die akademische Lehre und klinische Forschung.

1.2 Verletzungen der Harnwege

Für die Zertifizierung zum überregionalen Traumazentrum ist die Verfügbarkeit eines Facharztes für Urologie als Mitglied des erweiterten Schockraumteams innerhalb von 20 bis 30 Minuten zwingend erforderlich.¹² Dies unterstreicht die Rolle der Urologie als integralen Bestandteil der Traumatologie. Die meisten einzelnen urologisch relevanten Verletzungen werden primär überlebt, können jedoch in ihrer Kombination und Kumulation, vor allem bei inadäquater Behandlung, zu erheblichen Funktionseinbußen führen oder aufgrund von Blutungs- und septischen Komplikationen tödlich enden. Urologische Expertise ist daher für die Prioritätenorientierte Schwerverletztenversorgung maßgeblich.

Die Ursachen von Verletzungen der Harnwege haben sich ebenso wie die therapeutischen Ansätze in den letzten 150 Jahren grundlegend gewandelt. Während sich erste Berichte ausschließlich auf penetrierende Verletzungen infolge von Kriegseinwirkungen konzentrierten, stehen heute stumpfe Traumen nach Unfällen im Straßenverkehr oder in der Freizeit im Vordergrund.

Erste gut verwertbare Aufzeichnungen zu Traumata in der Urologie stammen aus der Zeit des Amerikanischen Bürgerkriegs. Damals verstarben ausnahmslos alle Verwundeten, bei denen Nieren- in Kombination mit Peritonealverletzungen vorlagen (<https://ia600309.us.archive.org/16/items/MSHWRSurgical2/MSHWRSurgical2.PDF>). Bei den Verletzungen der Harnblase war die Situation bereits damals etwas besser. Von 183 dokumentierten Fällen überlebten immerhin 48% aller Betroffenen. Dominique-Jean Larrey (1766 – 1842) war leitender Chirurg der französischen Armee unter Napoleon Bonaparte und gilt als der Begründer der urologischen

Traumatologie. Seine urologischen Verdienste liegen insbesondere in der Behandlung von Schuss- oder Stichverletzungen der Harnblase. Er unterteilte die Harnblasenverletzungen in intra- und extraperitoneale Verletzungen und stellte einen klaren Behandlungsalgorithmus auf.¹⁴

Im ersten Weltkrieg fand ein Paradigmenwechsel in der Behandlung von Schussverletzungen zugunsten der frühen operativen Versorgung statt. Gleichzeitige Entwicklungen zur Verbesserung der Diagnostik (Röntgenuntersuchung) sowie der Behandlung (Anästhesie, Bluttransfusion und Wunddrainage) verbesserten die Prognose der Verwundeten. Die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen war durch eine Verfeinerung der operativen Technik gekennzeichnet. Während des zweiten Weltkrieges markierte Penicillin die bemerkenswerteste Verbesserung für verwundete Soldaten. Ein weiterer Sprung in der Entwicklung waren im 20. Jahrhundert Fortschritte in der Mikrochirurgie, speziell der mikrovaskulären Chirurgie. Da Traumata in der Urologie selten isolierte Verletzungen sind, ist der Behandlungsansatz fachübergreifend. Lutzeyer sah bereits 1981 die Urologie in einer interdisziplinären Stellung zwischen Unfallchirurgie und großer Chirurgie.¹⁵

Prinzipiell sind die Verletzungen der Harnwege eine Domäne der primären nicht-operativen Therapie- dies deckt sich auch mit dem Trend hin zu Damage-Control-Strategien der Traumaversorgung. Im Falle der Notwendigkeit operativer Maßnahmen müssen diese dem Organ- und Funktionserhalt dienen.

1.3 Besonderheiten der Verletzungen des unteren Harntraktes

1.3.1 Harnblase: funktionelle Anatomie

Die Harnblase liegt auf dem muskulären Beckenboden dorsal von Symphyse und Os pubis. Es bestehen ligamentäre Verbindungen des Blasenauslasses mit dem symphysennahen Bereich der oberen Schambeinäste, die bei Verletzungen abreißen können. Blasendach und Teile der Blasen hinterwand werden von Peritoneum überkleidet, so dass Verletzungen in diesem Bereich zur intraperitonealen Urinextravasation und innerhalb weniger Tage zur urinösen Peritonitis führen, wenn Verletzungen übersehen werden.¹⁶ Verletzungen der Harnblase im unteren Anteil

resultieren in einer Urinextravasation in den retroperitonealen Raum des kleinen Beckens, welche je nach Ausmaß entweder asymptomatisch bleiben oder zu Infektionen führen können.

Stumpfe Verletzungen der Harnblase treten überwiegend im Rahmen von Verkehrsunfällen auf. Eine Ruptur der gefüllten Harnblase wird dabei häufig durch den unteren Anteil des Sicherheitsgurtes verursacht. Im Rahmen von Beckenfrakturen kann es zu Durchspießungen oder zur Ruptur der vollen Blase kommen (Abb. 1). 10 bis 15% aller Beckenfrakturen gehen mit einer Harnblasenverletzung einher¹⁷, von denen 54 bis 70% extraperitoneal und 25 bis 40% intraperitoneal lokalisiert sind. Extraperitoneale Rupturen werden fast ausschließlich durch Beckenfrakturen und direkte Verletzungen durch Knochenfragmente bedingt. Intraperitoneale Rupturen entstehen am häufigsten durch die Berstung der gefüllten Harnblase, die dann am *locus minoris resistentiae*, dem Blasenscheitel, reißt.¹⁸⁻²⁰ Ein Teil der Harnblasenverletzungen beim männlichen Geschlecht ist mit Harnröhrenverletzungen assoziiert.

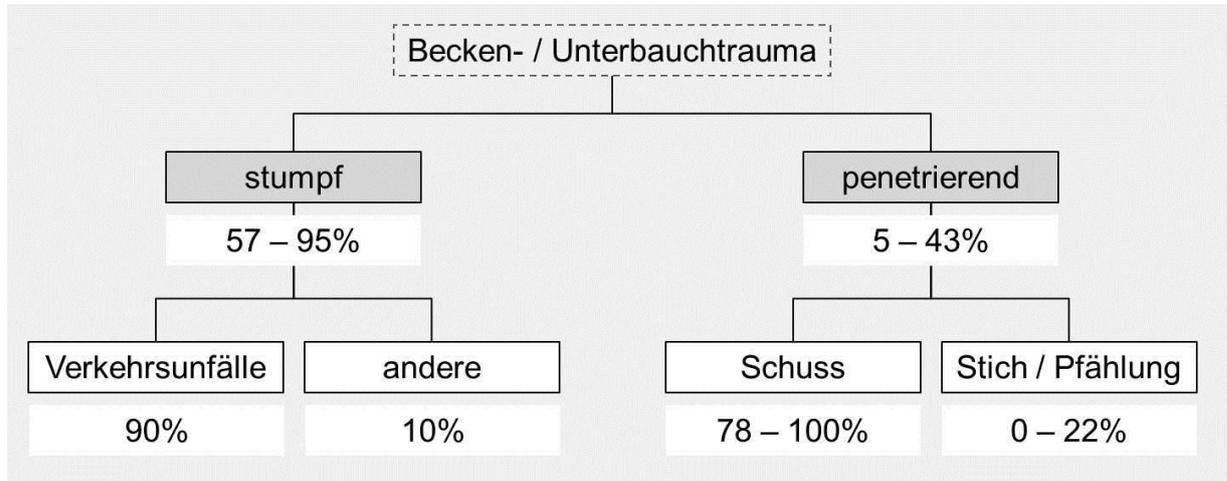


Abb. 1 Formen von Blasenverletzungen und deren Häufigkeit²¹

Traumen des Perineums, sog. straddle (engl.: Grätsche) Verletzungen, können mit Pfählungsverletzungen im Bereich des unteren Urogenitalsystems und mit weiteren Organverletzungen (z.B. Rektum, Beckengefäße, Harnblase) vergesellschaftet sein.²² Bei frühzeitiger akkurater Diagnostik und adäquater Therapie in Koordination

mit der Versorgung sonstiger Verletzungen wird die Langzeit-Prognose von Harnblasenverletzungen generell als gut eingestuft.²⁰

1.3.2 Harnröhre: geschlechtsspezifische Faktoren

Verletzungen des unteren Harntrakts sind beim männlichen Geschlecht aufgrund der besonderen Anatomie und der Verletzungsepidemiologie wesentlich häufiger und schwerwiegender als bei Frauen. Verletzungen der männlichen Urethra führen funktionell häufig nicht nur zu Kontinenzproblemen, sondern aufgrund der engen anatomischen Verflechtungen auch zur Einschränkung der erektilen Funktion.²⁰

Aus chirurgisch-anatomischer Sicht wird die männliche Harnröhre in einen vorderen (anterioren) und hinteren (posterioren) Abschnitt eingeteilt, getrennt vom Diaphragma urogenitale. Die hintere Harnröhre beginnt mit dem Ostium urethrae internum im Bereich des Harnblasenhalses, durchsetzt die Prostata mit der Pars prostatica (3 – 4 cm), gefolgt von der Pars membranacea (1 – 2 cm), das Diaphragma durchziehend. Die Prostata ihrerseits ist durch den vorderen Beckenring gut geschützt, der Apex zur Symphyse hin durch anteriore, puboprostatiche Bänder fixiert. Die vordere Harnröhre besteht aus einem bulbären und penilen Anteil (Pars pendulans) von insgesamt 15 cm Länge.²³ Verglichen mit Verletzungen der hinteren Harnröhre kommen vordere Harnröhrentraumen im Verhältnis 1 : 3 vor. Bedeutsam für das definitive Management männlicher Urethra-Verletzungen ist die primäre Blutversorgung durch die Bulbärarterien (aus den *Aa. pudendae internae*) im bulbären und proximalen penilen Bereich und durch die penilen Dorsalarterien im distalen penilen Bereich. Bei einer kompletten Harnröhrenruptur kommt es häufig zum Zerreißen der Bulbärarterien, welches nicht selten zu bleibenden funktionellen Störungen, insbesondere der erektilen Dysfunktion, führt.

Harnröhrenverletzungen bei Frauen präsentieren sich gemäß klassischer Literatur als partieller Einriss der vorderen Wand, selten als kompletter Abriss der Urethra.^{24, 25}

Verletzungen der männlichen Harnröhre werden vorwiegend durch stumpfe Traumen verursacht.²⁶ Der häufigste Mechanismus ist die Zerstörung des Beckenringes (Indikatorverletzung) durch Akzelerationstraumen, wobei es zu einem Abriss der männlichen Harnröhre am Beckenboden kommen kann.²⁰ Schwere Beckenfrakturen

mit Harnröhrenbeteiligung entstehen typischerweise durch Verkehrsunfälle (68 – 84%) oder Stürze aus einigen Metern Höhe (6 – 25%).^{23, 27}

Entsprechend der anatomischen Unterteilung der Harnröhre²³ wird unterschieden zwischen einer

- vorderen/anterioren Harnröhrenläsion (Meatus, Fossa navicularis, peniler und bulbärer Anteil)
- hinteren/posterioren Harnröhrenläsion (membranöser und prostatistischer Anteil)

Nach der Ausprägung der Harnröhrenverletzung¹⁶ unterscheidet man zwischen

- Kontusionen mit Einblutung bei Erhalt der Harnröhrenkontinuität,
- partiellen Abrissen,
- kompletten Abrissen.

Verletzungen der membranösen Harnröhre (im Bereich des Durchtritts durch den Beckenboden) sind fast immer mit Beckenfrakturen vergesellschaftet; Beckenfrakturen wiederum sind nur in 10% der Fälle mit Urethra-Verletzungen assoziiert.²³ Hintere Harnröhrenverletzungen sind in der Mehrzahl der Fälle komplette Abrisse.^{16, 23} In 10 – 20% der Fälle liegen kombinierte Harnröhren- und Harnblasenverletzungen vor.²⁶

Die Behandlung des Schwerverletzten konzentriert sich primär auf die Lebensrettung und die Erhaltung lebenswichtiger Organfunktionen. Die unteren Harnwege sind in der Prioritätenhierarchie relativ spät eingeordnet. Das Schockraummanagement muss jedoch frühzeitig auch Aspekte der Lebensqualität berücksichtigen und damit auch alle scheinbar peripheren Unfallfolgen in das Behandlungskonzept integrieren.

1.4 Fragestellung

Überregionale Traumazentren müssen ihre Prozess- und Ergebnisqualität kontinuierlich überprüfen und das Zusammenspiel der verschiedenen Disziplinen evaluieren. Das ursprüngliche Ziel dieser Arbeit war es, alle urogenitalen Verletzungen bei Polytraumatisierten im Hinblick auf Risikoprofile und Therapieergebnisse darzustellen. Über Nieren- und Harnleiterverletzungen beim Polytrauma existieren allerdings bereits umfangreiche Daten, u.a. aus großen Registern wie der US-amerikanischen National Trauma Databank (NTDB)²⁸ und dem Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU).²⁹

Verletzungen des unteren Harntrakts sind in der Literatur jedoch noch unterrepräsentiert. Angaben zur Häufigkeit variieren, und Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie (insbesondere zur Art und zum optimalen Zeitpunkt der operativen Versorgung) sind uneinheitlich.

Daten aus einem 1997 neu errichteten Traumazentrum erschienen daher als bedeutsamer Zugewinn zur verfügbaren Evidenz, um die folgenden Fragen qualitativ und quantitativ zu beantworten:

1. Wie häufig sind Harnröhren- und Harnblasenverletzungen bei Polytraumatisierten in einem überregionalen Traumazentrum der Region Berlin/Brandenburg?
2. Welche Risikofaktoren für diese Verletzungen können auf der Basis bisheriger Informationen als gesichert angesehen werden?
3. Welche Komplikationen und Behandlungsergebnisse sind unter Zentrumsbedingungen und Leitlinien-konformer Therapie zu beobachten?

2 PATIENTEN UND METHODEN

2.1 Datenerhebung

2.1.1 Setting

Das Unfallkrankenhaus Berlin (ukb) ist Mitglied im Klinikverbund der gesetzlichen Unfallversicherung (KUV) mit Zulassung zum Schwerstverletzungsartenverfahren (SAV), überregionales Traumazentrum und akademisches Lehrkrankenhaus der Charité Universitätsmedizin Berlin. Die hier präsentierten Daten wurden in Zusammenarbeit der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, der Klinik für Urologie und Neurourologie und dem Zentrum für Klinische Forschung des ukb erhoben.

2.1.2 Datenquelle

Datenquelle dieser Untersuchung sind die elektronischen und Papier-basierten Krankenakten, radiologischen Befunde und Bilder, OP-Berichte sowie alle sonstigen administrativen und Routinedokumentationen schwerverletzter Patientinnen und Patienten, welche zwischen September 1997 und August 2008 aufgrund schwerer Verletzungen bzw. eines Polytraumas stationär im ukb behandelt und ggf. ambulant weiterbehandelt wurden.

Eingeschlossen wurden Männer und Frauen jeden Alters mit urologisch behandlungs- und kontrollbedürftigen Begleitverletzungen. Die hier interessierenden Verletzungen betrafen den unteren Harntrakt, d.h. Verletzungen der Harnblase und Harnröhre. Verletzungen der Nieren, der Harnleiter und der äußeren Genitale wurden ausgeschlossen.

Geeignete Patienten (bzw. Daten dieser Patienten) wurden mithilfe der ICD-9 / 10 Klassifikation in medico//s (Siemens medical solutions) zwischen September 1997 und August 2008 identifiziert. Es wurden alle urologischen und unfallchirurgischen Aufnahme- und Entlassungsdiagnosen unter der Einschränkung *Abfrage-* und *Diagnosestatistik* berücksichtigt.

2.1.3 Ethik und Datenschutz

Die hier verwendeten anonymisierten administrativen und klinischen Routinedaten ohne spezifische Nachuntersuchung der Betroffenen wurden im Zuge des übergeordneten PATRES (Pan-Scan for Trauma Resuscitation Study) Projekts gewonnen. Der Ethikausschuss 1 der Ethikkommission der Charité Universitätsmedizin Berlin hatte hierfür am 19.05.2009 einen „consent waiver“ erteilt (EA1/094/09).

Intra-operativ gewonnenes Bildmaterial für exemplarische Darstellungen wurde nur dann verwendet, wenn keinerlei auffällige Kennzeichen wie Tätowierungen oder seltene anatomische Anomalien vorlagen. Röntgen- und CT-Bilder wurden ebenfalls anonymisiert. Die Studie respektierte, soweit zutreffend, die Empfehlungen von Good Epidemiological Practice (GEP, http://dgepi.de/fileadmin/pdf/GEP_LL_english_f.pdf).

2.2 Definitionen und Klassifikationen

2.2.1 Polytrauma

Im deutschen Sprachraum wird semantisch oft zwischen schwerer Verletzung, Mehrfachverletzung und Polytrauma unterschieden, ohne dies jedoch anhand klarer Kriterien festmachen zu können. International hat sich die auf dem Injury Severity Score (ISS) basierende Klassifikation mit dem Grenzwert von $ISS \geq 16$ klar durchgesetzt. Der ISS ist in der traumatologischen Literatur der am häufigsten verwendete Score und stellt trotz aller methodischen Diskussionen um Details ein allgemein akzeptiertes Instrument zur Beschreibung der Verletzungsschwere dar.³⁰ Der ISS wurde daher in dieser Untersuchung als Bewertungsmaßstab für die Verletzungsschwere festgelegt.

Der ISS basiert auf dem Schweregradindex gemäß Abbreviated Injury Scale (AIS) mit Werten zwischen 1 (leicht) und 6 (maximal) in den Körperregionen³¹ 1. Kopf/Hals, 2. Gesicht, 3. Thorax (mit Brustwirbelsäule), 4. Abdomen (mit Lendenwirbelsäule), 5. Becken und Extremitäten sowie 6. Weichteilen. Die drei schwersten Verletzungen unterschiedlicher Körperregionen werden quadriert und summiert.

Die für diese Arbeit relevanten Unterschiede zwischen der Klassifikation des Jahres 2005 und des Updates 2008 (<http://www.aaam.org/about-ais.html>) erschienen so marginal, dass die an der Studieneinrichtung etablierte und funktionierende Version angewandt wurde (Tab. 1).

Tab. 1 Generelle Einschätzung: AIS Klassifikation der Verletzungsschwere nach ACS / AAST (Version 2005).³¹

Index	Verletzung	Beispiele
1	leicht	kleine Wunden, Finger- und Zehenfraktur
2	mäßig	geschlossene Radiusfraktur, Wirbelkörperfraktur ohne Beteiligung des Rückenmarks
3	ernsthaft	ausgedehnte Pankreaskontusion, Femurfrakturen
4	schwer	Hämatothorax (>1000ml), intrazerebrale Blutung mit Koma >6 Std.
5	kritisch	instabile „Open Book“ Fraktur des Beckens mit relevantem Blutverlust (>20% des Blutvolumens)
6	maximal	Hirnstammverletzung

2.2.2 Schweregraduierung von Harnblasenverletzungen

Unterschieden wird zwischen einfachen Blasenkontusionen (Schleimhautunterblutungen ohne Durchtrennung der Blasenwand) und Rupturen mit komplettem Wandschaden. Bei Rupturen werden intraperitoneale von extraperitonealen unterschieden. Die genaue Art der Blasenwandschädigung wird häufig erst in der operativen Versorgung diagnostiziert.¹⁷ Die AIS Klassifikation ist in Tab. 2 dargestellt.

2.2.3 Schweregraduierung von Harnröhrenverletzungen

Harnröhrentraumen schränken die gesundheitsbezogene Lebensqualität zusätzlich zu anderen Unfallfolgen beträchtlich ein. Wiederholte stationäre Aufenthalte aufgrund von rezidivierenden Harnwegsinfekten, Harnröhrenstrikturen, Inkontinenz und

erektile Dysfunktion gehören zum typischen Folge- und Komplikationsspektrum.³² Die AIS Klassifikation dieser Verletzungen und die Handlungsempfehlungen sind subtiler als diejenigen bei Blasenverletzungen (Tab. 3).

Tab. 2 AIS Klassifikation der Harnblasenverletzungen nach ACS / AAST (Version 2005).³¹

Grad	Beschreibung
I	Harnblasenkontusion
II	Extraperitoneale Läsion < 2 cm
III	Extraperitoneale Läsion > 2 cm oder intraperitoneale Läsion < 2 cm
IV	Intraperitoneale Läsion > 2 cm
V	Intra- oder extraperitoneale Läsion mit Ausdehnung zum Harnblasenhals oder Trigonum

2.2.4 Komplexe Beckenfrakturen

Die komplexe Beckenverletzung ist definiert als Beckenringfraktur mit begleitenden peripelvinen Weichteilschäden, d.h. einer zusätzlichen Verletzung von Nerven, Gefäßen, Muskulatur oder den Beckeneingeweiden.³³⁻³⁵ Daten aus dem Deutschen Beckenverletzungsregister legen nahe, dass die komplexe Beckenverletzung eine unabhängige prognostische Variable für das Überleben beim Polytrauma darstellt.³⁶

Tab. 3 Klassifizierung der Harnröhrenverletzungen nach ACS / AAST (Version 2005).³¹ KM = Kontrastmittel.

Grad	Verletzung	Verletzungsbeschreibung
I	Stretch	Elongation der Urethra ohne KM-Extravasation im Retrogramm
II	Kontusion	Blut am Meatus externus urethrae, normales Urethrogramm
III	Partielle Ruptur der anterioren oder posterioren Urethra	KM-Extravasation an der Urethraläsion und / oder Harnröhre
IV	Komplette Ruptur der anterioren oder posterioren Urethra	KM-Extravasation an der Urethraläsion mit Kontrastierung der proximalen Urethra oder Harnblase
V	Komplette Ruptur der posterioren Urethra	KM-Extravasation an der Stelle der Urethraläsion ohne Kontrastierung der Harnblase
VI		Komplette oder partielle Urethraruptur mit Läsion des Harnblasenhalses oder der Vagina

2.3 Umsetzung von Leitlinienempfehlungen im Studienzentrum

2.3.1 Generelle Prinzipien

Die Behandlung urologischer Begleitverletzungen bei Polytrauma orientiert sich in überregionalen Traumazentren wie dem ukb strikt am Weißbuch und der S3-Leitlinie der DGU.^{12, 13, 32} Abweichungen von den genannten Empfehlungen müssen, zu Recht, eingehend begründet werden.

Die im Kontext dieser Arbeit besonders relevanten Aussagen in der S3-Leitlinie Polytrauma-/Schwerverletzten-Behandlung¹³ zu Verletzungen der unteren Harnwege sind in Tab. 4 synoptisch zusammengefasst.

Tab. 4 Schlüsselempfehlungen zur Diagnostik und operativen Versorgung von Verletzungen der unteren Harnwege im Rahmen gemäß interdisziplinärer S3-Leitlinie Polytrauma-/Schwererletztenbehandlung (Formulierungen leicht gekürzt).¹³

Empfehlung (Konsens / Evidenz)	Empfehlungsgrad
Schockraum (S. 213 ff)	
– Die weiterführende bildgebende Diagnostik der ableitenden Harnwege sollte bei Hämaturie, Blutung aus dem Meatus urethrae oder der Vagina, Dysurie und lokalem Hämatom durchgeführt werden.	B
– Falls es die Prioritätensetzung zulässt, sollten bei Patienten mit klinischen Anhaltspunkten erfolgen	
– retrograde Urethrografie und Zystogramm bei Urethraverletzung	B
– retrogrades Zystogramm bei Blasenverletzung	B
Erste OP-Phase (S. 213 ff)	
– Komplette Rupturen der Urethra sollten durch suprapubische Harnableitung therapiert werden.	B
– Die Harnableitung kann durch eine Harnröhrenschienung ergänzt werden.	0
– Im Falle einer Operation bei Beckenfraktur oder intraabdominellen Verletzungen sollten Urethrarupturen in derselben Sitzung versorgt werden.	B

Im Einklang mit diesen Empfehlungen sind in der Studieninstitution die in Abb. 2 skizzierten OP-Phasen und Intervalle (unter Wahrung individualisierter, Situationsgerechter Therapieentscheidungen) typisch.

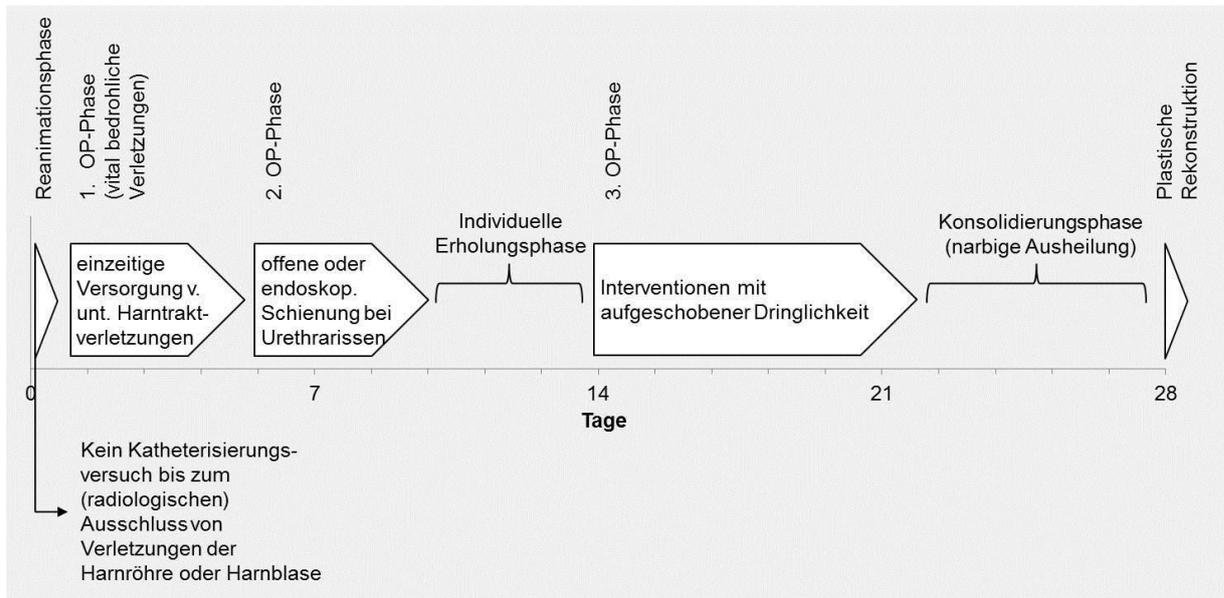


Abb. 2 Exemplarische Darstellung der Leitlinien-gerechten Einbettung der urologisch-traumatologischen Versorgung in einzelne OP-Phasen beim Schwerverletzten.

2.3.2 Makrohämaturie als Entscheidungskriterium

Der sichtbare Nachweis von Blut im Urin (Makrohämaturie) bzw. der *fehlende Nachweis* hat sich in verschiedenen Studien als wegweisender diagnostischer Parameter für Blasenverletzungen erwiesen.³⁷⁻³⁹ Die nachberechneten Indikatoren Sensitivität, Spezifität, positiv-prädiktiver und negativ-prädiktiver Wert der Makrohämaturie betragen auf der Basis der Daten von Brewer et al. bei einer Prävalenz von 36 / 691 (5,2%) 100% (95% KI 90,3 – 100%), 79,7% (95% KI 76,4 – 82,7%), 21,3% (15,4 – 28,3%) und 100% (95% KI 99,3 – 100%).³⁹

Die Makrohämaturie muss nicht als diagnostisches Nachweis-, sondern vielmehr als Ausschlusskriterium (sog. SnNOut-Test, „sensitivity is so high that in the negative

case it rules the diagnosis out“) interpretiert werden.⁴⁰ Findet sich bei einem Traumapatienten mit Beckenfraktur eine Makrohämaturie, so liegt die Wahrscheinlichkeit für eine Harnblasenverletzung zwischen 13 und 54%.⁴¹⁻⁴³ Liegt dagegen keine bzw. nur eine Mikrohämaturie bei einer Beckenfraktur vor, ist eine Blasenverletzung sehr unwahrscheinlich.^{24, 44-46}

Der in der Studieninstitution etablierte Algorithmus lehnt sich an den von Frontera bereits 1996 vorgeschlagenen, unverändert gültigen an (s. Abb. 3).³⁷ Berücksichtigt werden muss jedoch die an der Studienklinik seit 1997 routinemäßig durchgeführte primäre Kontrastmittel-verstärkte Ganzkörper-Computertomografie (innerhalb des hier abgebildeten Beobachtungszeitraums zunächst mit Einzel-, sukzessive mit 4-, 16- und 64-Zeilen-Scanner).⁴⁷ Diese stellt für jeden Patienten auch eine CT-Cystografie zur Verfügung, welche durch eine „klassische“ retrograde Urethrographie bei Makrohämaturie oder Blutaustritt aus dem Meatus urethrae externus vor Dauerkathetereinlage ergänzt wird.

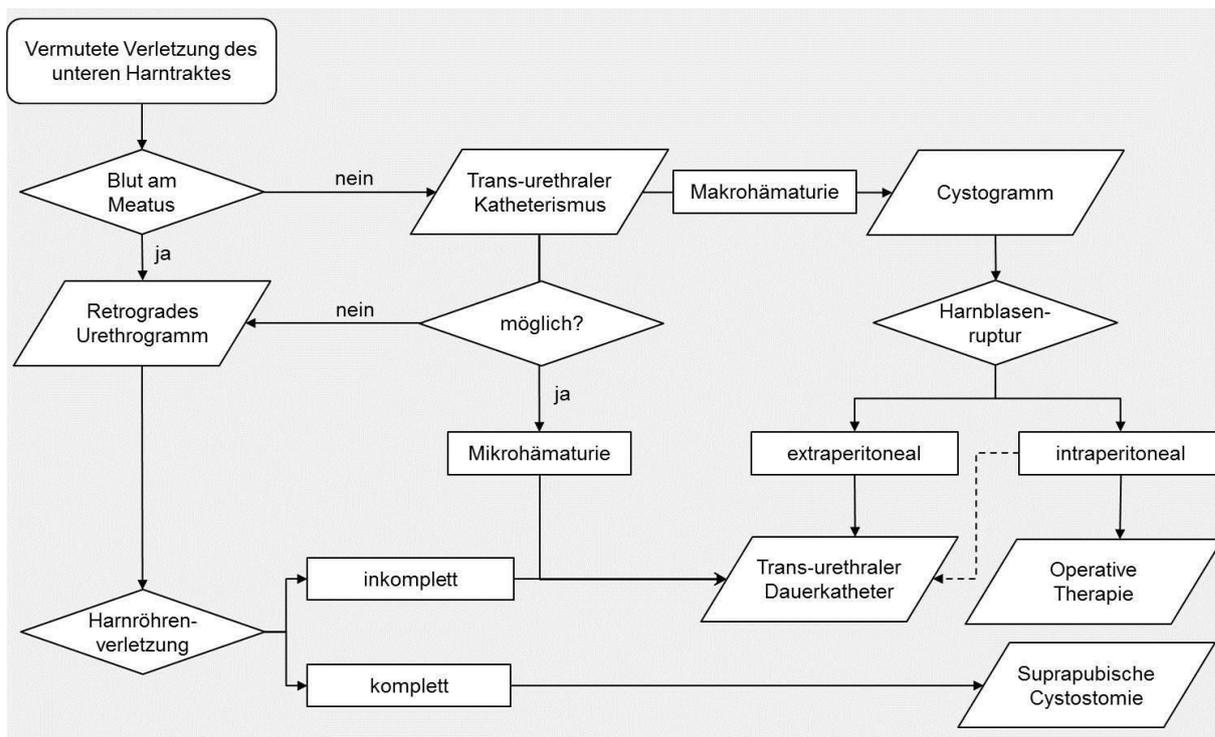


Abb. 3 Diagnostischer Algorithmus bei vermuteter Verletzung der unteren Harnwege unter Berücksichtigung des Kriteriums Makrohämaturie; modifiziert nach Frontera et al.³⁷

2.3.3 Operativer Standard bei kompletten Harnröhrenrupturen

Die als „classic reading“ geltende Übersicht von Koratim²⁷, welche auch Eingang in die S3-Leitlinie Polytrauma¹³ gefunden hat, beschreibt die Ergebnisse des Autors und der Universität Alexandria, Ägypten, über 871 Patienten aus dem Zeitraum zwischen 1953 und 1995 (Abb. 4).⁴⁸ Die historischen Ergebnisse sind in moderner Forest-Plot-Notation in Abb. 4 dargestellt. Auch die aktuellste Leitlinie (Stand 2004) der Eastern Association for the Surgery of Trauma (EAST, <http://www.east.org/resources/treatment-guidelines/genitourinary-trauma-diagnostic-evaluation-of>) findet keine Evidenz gegen die Annahme, dass bei kompletter Ruptur der männlichen Harnröhre die suprapubische Ableitung oder die Schienung auch bei großer Distanz zwischen den Urethraenden aufgrund des geringeren Risikos für eine Inkontinenz und Impotenz (trotz höherer Strikturraten) die derzeitige Therapie der Wahl darstellt.

Im Falle einer kompletten Ruptur der Harnröhre bei instabilem Patienten erfolgt daher nach primärer Einlage eines suprapubischen Katheters und kontinuierlicher dreimonatiger Urindrainage die sekundäre bulboprostatische End-zu-End-Anastomosierung via eines perinealen Zugangs. Dies entspricht dem derzeitigen „Standard of Care“ der traumatischen Urethraruptur.⁴⁹⁻⁵¹ Das technisch elegante endoskopische Vorgehen mittels transurethraler interner Urethrotomie (Abb. 5) oder eine synchrone transvesikale und transurethrale „cut-to-the-light-Strategie“ wird gemäß Literaturempfehlung nur in ausgesuchten Fällen durchgeführt.⁵²

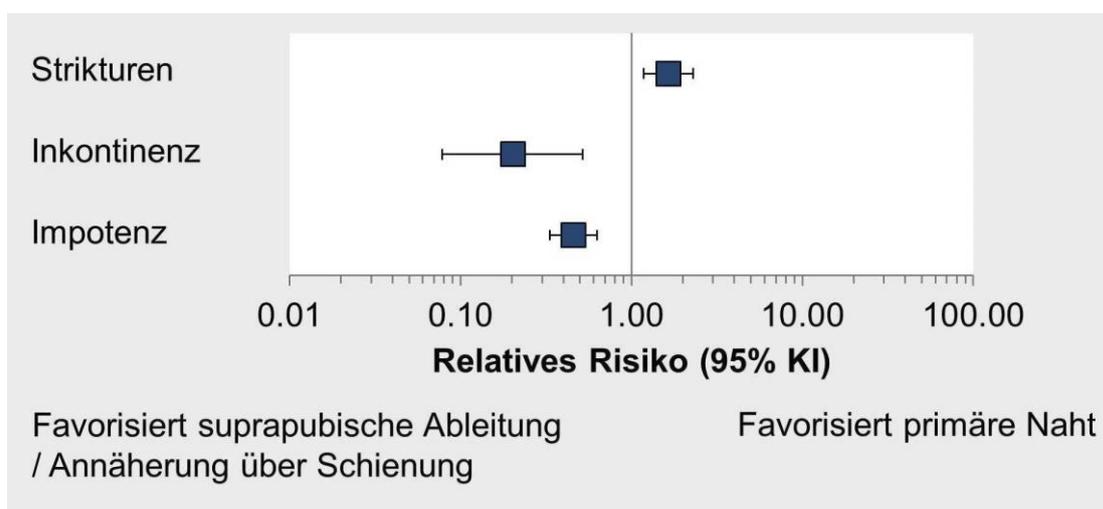


Abb. 4 Forest-Plot der Daten von Koratim et al..⁴⁸ KI = Konfidenzintervall.



Abb. 5 Endoskopische Harnröhrenschiebung durch suprapubische perkutane Zystoskopie (Aufbougieung des SPF-Kanals) und Einlage eines Führungsdrahtes in die Harnröhre, retrograde Dauerkathetereinlage über den liegenden Führungsdraht (Bildquelle: Unfallkrankenhaus Berlin).

2.4 Datenmanagement und Statistik

Das Datenmanagement richtete sich (im Einklang mit nationalen und internationalen Standards) nach den Vorgaben des Zentrums für Klinische Forschung der Studieninstitution.

Primär wurden ergebnisoffen und pragmatisch alle Daten in einer Microsoft Excel-Datei für den potenziellen späteren Export in das statistische Software-Paket STATA 11.0 (Stata Corp., College Station, Texas, USA) erfasst.

Nach Sichtung der erhobenen Daten wurden (u.a. aufgrund der kleinen zulässigen Stichprobe) deskriptive Methoden gewählt. Individuelle anonymisierte Patientendaten wurden tabellarisch dargestellt.

Angegeben wurden, je nach Datenqualität und Verteilungsvoraussetzungen, Mittelwerte, Mediane und Anteile mit entsprechenden Streu- und Fehlermaßen (Standardabweichungen [standard deviation SD] und Wertespannen). 95% Konfidenzintervalle (KI) wurden für Mittelwerte, kategorielle Daten und relative Risiken (Risk Ratio, RR) berechnet. Falls sinnvoll wurde der Zusammenhang zwischen stetigen Größen mittels linearer Regression analysiert; beta-Koeffizienten wurden mit 95% KI, jedoch ohne p-Werte angegeben.

2.5 Berichterstattung

Die Berichterstattung der Ergebnisse richtete sich nach den in den Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR, www.equator-network.org) niedergelegten Prinzipien, insb. dem Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement (www.strobe-statement.org).

3 ERGEBNISSE

3.1 Demografie, Verletzungsmuster und -ursachen

Im ukb wurden im betrachteten Zeitraum 1311 schwerverletzte und polytraumatisierte Patienten (ISS ≥ 16) behandelt. Hiervon wiesen 31 Patienten (27 Männer und 4 Frauen) mit einem medianen Alter von 46 (Spanne 19 – 73) Jahre therapiebedürftige Verletzungen des unteren Harntraktes auf (2,4%, 95% KI 1,6 – 3,3%). Tabelle 5 zeigt das Patientenprofil. 14 dieser Patienten wurden im ukb erstversorgt, die anderen 17 Patienten wurden aus Einrichtungen der Basisversorgung aus dem Umland oder weiteren Bundesländern in das ukb verlegt. Das STROBE-konforme Flussdiagramm ist in Abb. 6 dargestellt.

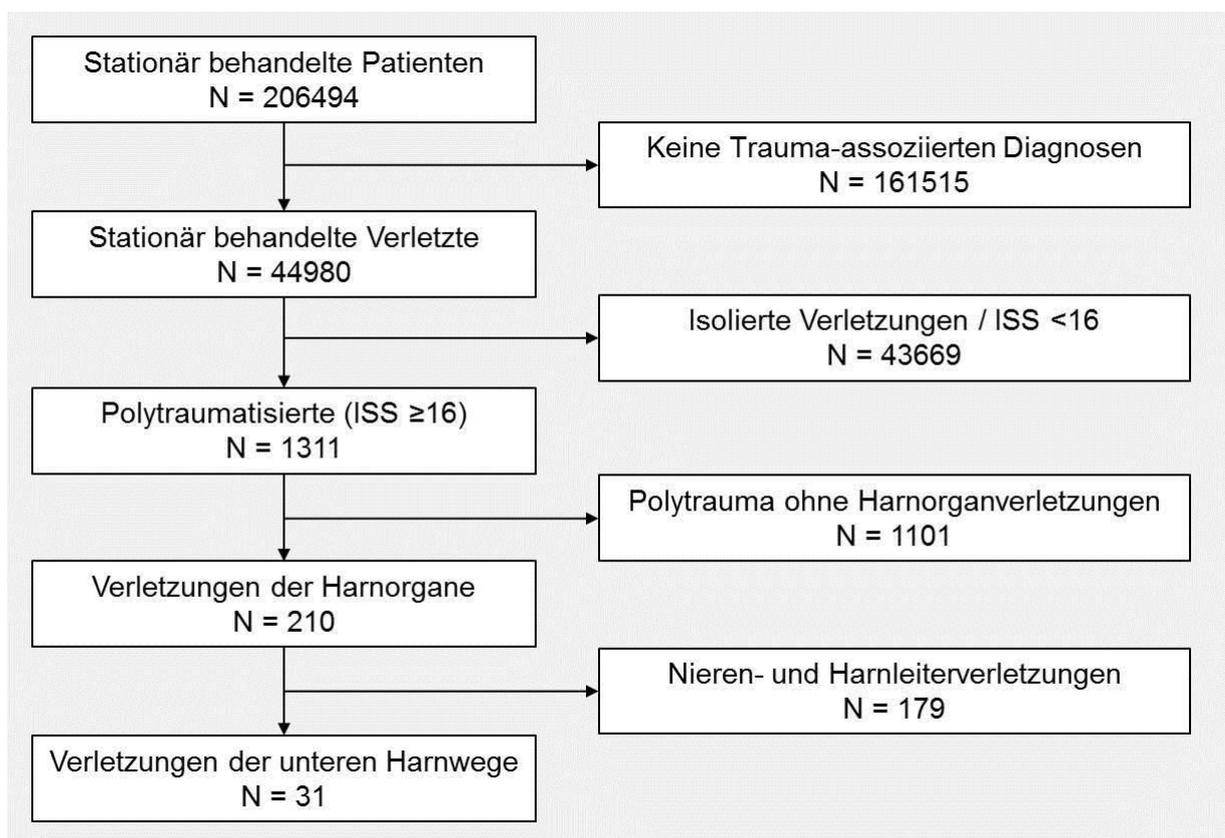


Abb. 6 STROBE-Flussdiagramm der retrospektiven Identifikation geeigneter Patienten für die vorliegende Untersuchung (Zeitraum 09/1997 bis 08/2008).

Der ISS lag im Mittel bei 32 (SD 13), der Median bei 29 (Spanne 16 bis 59). Ein Fallschirmspringer, welcher aufgrund eines Schirmdefektes aus großer Höhe abstürzte und Verletzungen mit einem ISS von 59 erlitt, verstarb innerhalb von 24 Stunden nach stationärer Aufnahme. Drei Patienten wiesen eine gleichzeitige Verletzung von Harnblase und Harnröhre mit einem mittleren ISS von 33 auf. Die Verteilung des Verletzungsmusters ist in Tab. 6 dargestellt. Alle Patienten boten ausgedehnte Weichteilverletzungen und, mit lediglich einer Ausnahme, Verletzungen des Becken und/oder der Extremitäten. Beckenfrakturen mit begleitenden Verletzungen des unteren Harntrakts werden später gesondert betrachtet.

Eine konsistente Beziehung zwischen ISS und Schwere der unteren Harntraktverletzung ließ sich nicht beobachten.

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betrug bei den überlebenden 30 Patienten 42 (SD 37) Tage (Tab. 7). Patienten mit einem ISS <30 wurden durchschnittlich 9 (SD 13) Tage intensivmedizinisch und gesamt stationär 33 (SD 27) Tage behandelt. Bei Patienten mit einem ISS \geq 30 betrug diese Intervalle 25 (SD 24) bzw. 57 (SD 44) Tage. Naturgemäß wurde sowohl die Dauer der Intensiv- (*beta* 0,71, 95% KI 0,03 – 1,39) als auch der gesamten stationären Behandlung (*beta* 1,67, 95% KI 0,65 – 2,69) durch die Verletzungsschwere bestimmt. Zwischen Harnblasen- und -röhrenverletzungen bei schwerverletzten Patienten konnten jedoch keine Unterschiede in der Verweildauer beobachtet werden (Abb. 7).

Tab. 5 Patientenprofil. Alter, Geschlecht, Unfallmechanismus in Abhängigkeit vom verletzten Organ und dessen Verletzungsschwere.

Alter	Geschlecht	ISS	AIS		Unfall-Mechanismus
			Harnröhre	Harnblase	
73	w	16		V	Sturz
45	m	18	V		Straddle-Trauma
72	m	18	III		Fenstersturz
53	m	20	III	II	Sturz vom Pferd
30	w	20		V	Sturz
49	m	20	V		Fenstersturz
60	m	20	V		Sturz
45	m	20	V		Sturz
20	m	21		IV	Motorradfahrer
46	w	25		IV	Motorradfahrer
63	m	25		II	Motorradfahrer
54	m	25	V		Schussverletzung
53	m	25	V		Herabstürzende Teile
30	m	25	III		Motorradfahrer
32	m	25	III		Motorradfahrer
46	m	29		I	Fahrradfahrer
52	m	29	V		Herabstürzende Teile
53	m	29	V	III	Lkw-Fahrer
40	m	34		IV	Pkw-Fahrer
50	m	34	V		Pkw-Fahrer
21	m	34	III		Pkw-Fahrer
21	m	34	V		Pkw-Beifahrer
54	m	34	V		Pkw-Fahrer
47	m	41	V		Einklemmung in Baumpresse
72	w	45		II	Überrolltrauma
21	m	50	II		Pkw-Fahrer
19	m	50	V		Pkw-Fahrer
38	m	50	V		Pkw-Fahrer
19	m	50	V	III	Pkw-Fahrer
34	m	57	V		Herabstürzende Teile
45	m	59		V	Fallschirmspringer

Tab. 6 ISS und betroffene Körperregionen aller Patienten.
 ■ = nachgewiesene Verletzung in genannter AIS-Region.

ISS	Kopf / Hals	Gesicht	Thorax / BWS	Abdomen / LWS	Extremitäten	Weichteile
16				■	■	■
18					■	■
18				■	■	■
20			■		■	■
20					■	■
20				■	■	■
20					■	■
20					■	■
21					■	■
25			■		■	■
25				■	■	■
25				■		■
25					■	■
25					■	■
25	■				■	■
29			■		■	■
29					■	■
29			■		■	■
34			■	■	■	■
34				■	■	■
34		■	■	■	■	■
34		■	■		■	■
34					■	■
41				■	■	■
45	■		■		■	■
50	■		■	■	■	■
50	■	■	■	■	■	■
50	■	■		■	■	■
50		■	■	■	■	■
57	■	■	■		■	■
59	■	■	■		■	■

Tab. 7 Intensivmedizinische und periphere Verweildauer in Abhängigkeit vom ISS und der urologischen Begleitverletzung

ISS	AIS Harnblase	AIS Harnröhre	Behandlungsdauer, Tage			
			Intensiv- station	IMC	Periphere Station	Gesamt
16		V	4	2	16	22
18	V				10	10
18	III			12		12
20	III	II	8	13	56	77
20		V	6		17	23
20	V				15	15
20	V			3	25	28
20	V		2	19	41	62
21		IV	2	1	10	13
25		IV	3	5	17	25
25		II			23	23
25	V				30	30
25	V			2	41	43
25	III			2	13	15
25	III		2		13	15
29		I	58	3	56	117
29	V		5		30	35
29	V	III	11	7	4	22
34		IV	16	11	14	41
34	V			8	49	57
34	III		10	6	4	20
34	V			6	12	18
34	V			3	20	23
41	V		19	15	15	49
45		II	32		6	38
50	II		31	5	15	51
50	V		7	9	31	47
50	V		74	16	82	172
50	V	III	10	3	40	53
57	V		20	5	90	115

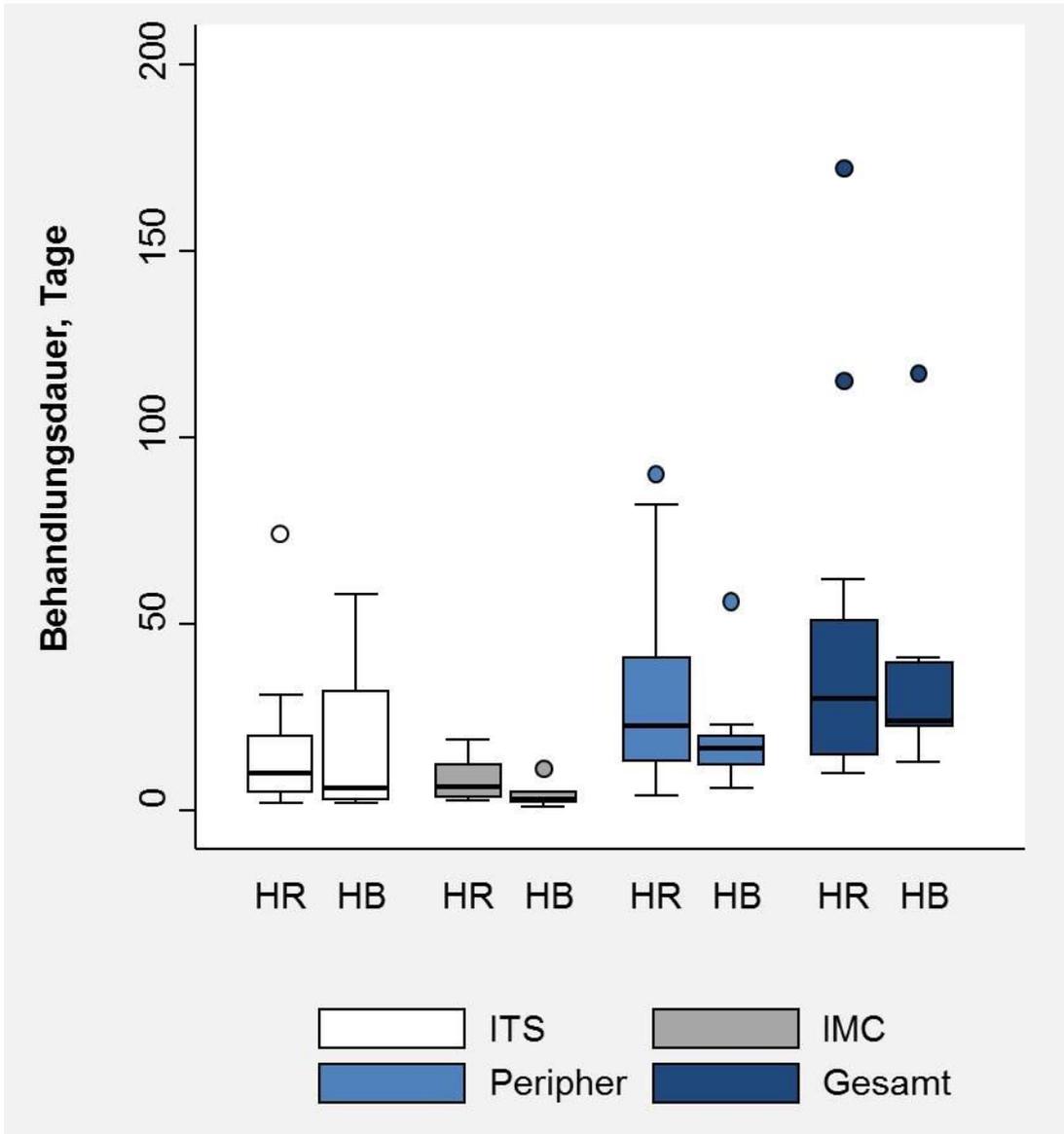


Abb. 7 Behandlungsdauer Schwerverletzter, stratifiziert nach begleitenden Verletzungen der Harnröhre (HR) und Harnblase (HB). ITS = Intensivstation. IMC = Intermediate Care.

Entsprechend der in Deutschland und Europa typischen Exposition wurden die beobachteten Verletzungen mit lediglich einer Ausnahme (Schussverletzung) durch stumpfe Gewalt bedingt (Abb. 8). Führende Mechanismen waren Verkehrsunfälle, gefolgt von Stürzen aus Höhen unter und über 4 m. 12 Patienten (39%) erlitten einen Arbeitsunfall. Bei diesen waren die Hauptursachen Sturz aus geringer Höhe, herabstürzende Gegenstände und Maschinenverletzungen (z.B. Einklemmung in einer Baumpresse).

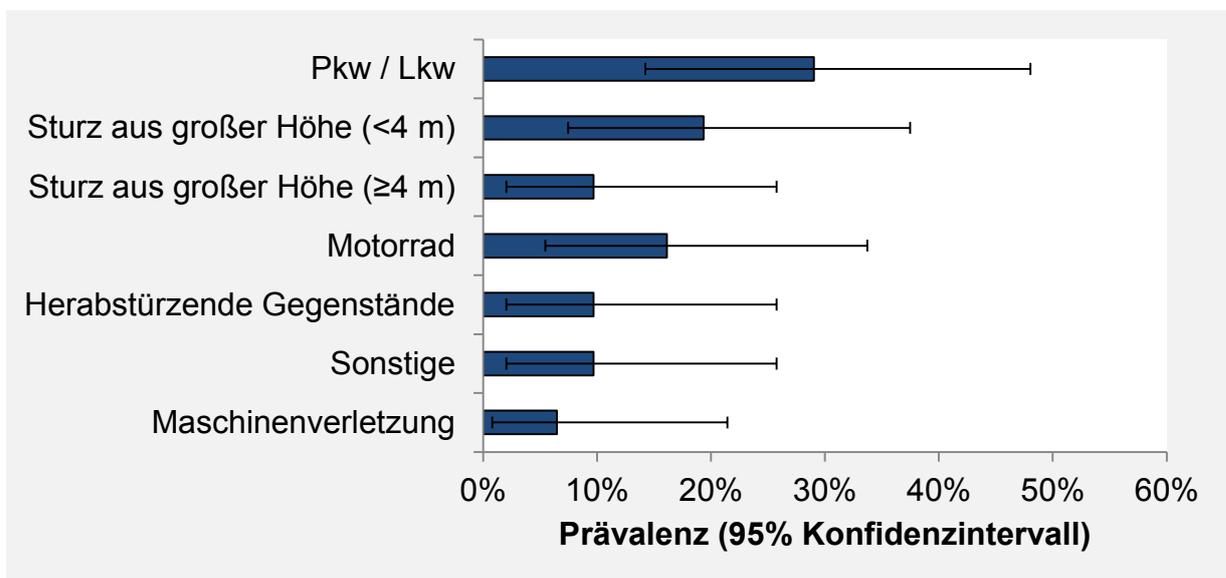


Abb. 8 Verteilung der Verletzungsmechanismen.

3.2 Komplexe Beckenfrakturen

Von 1311 Polytraumatisierten erlitten 433 Patienten eine Beckenfraktur (33,0%). Von diesen Patienten wiesen 27 Verletzte eine begleitende Verletzung der unteren Harnwege auf (6,2%). Das mittlere Alter betrug 42 (SD 15) Jahre, 93% der Patienten waren männlich, der ISS betrug im Mittel 32 (SD 12). Sieben Patienten zeigten eine Harnblasenverletzung, 17 eine Harnröhrenverletzung, drei eine kombinierte Harnblasen- und Urethraläsion. Nur vier aller erfassten Patienten wiesen keine Beckenfraktur auf.

Komplexe Beckenfrakturen bedingen Blutungen aus den präsakralen, paravesikalen und prostatistischen Plexus sowie aus den Frakturflächen und zwingen zu Maßnahmen i.S. von Damage-Control-Resuscitation und –Surgery (d.h., Beckenzwinge und/oder Fixateur externe, hämostatische Transfusion mit hoher Frischplasma (FFP) : Erythrozyten-Konzentrat Ratio usw.).⁵³⁻⁶¹ Dementsprechend hoch ist der initiale Ressourcenverbrauch in der Schockraumphase. 27 Patienten wurden im Rahmen eines Massentransfusionsprotokolls mit Blutprodukten substituiert. Die Transfusionshäufigkeit bei Polytraumatisierten mit Beckenfraktur und unterem Harnakttrauma wurde der Verletzungsschwere gegenübergestellt (Abb. 9). Im Mittel benötigten diese Patienten 12 (SD 22) Erythrozytenkonzentrate, 10 (SD 21) Einheiten FFP und 1 (SD 2) Thrombozytenkonzentrate. Dies unterstreicht die Bedeutung komplexer Beckenfrakturen mit unteren Harntraktverletzungen im Hinblick auf direkte gesundheitsökonomische Kosten.

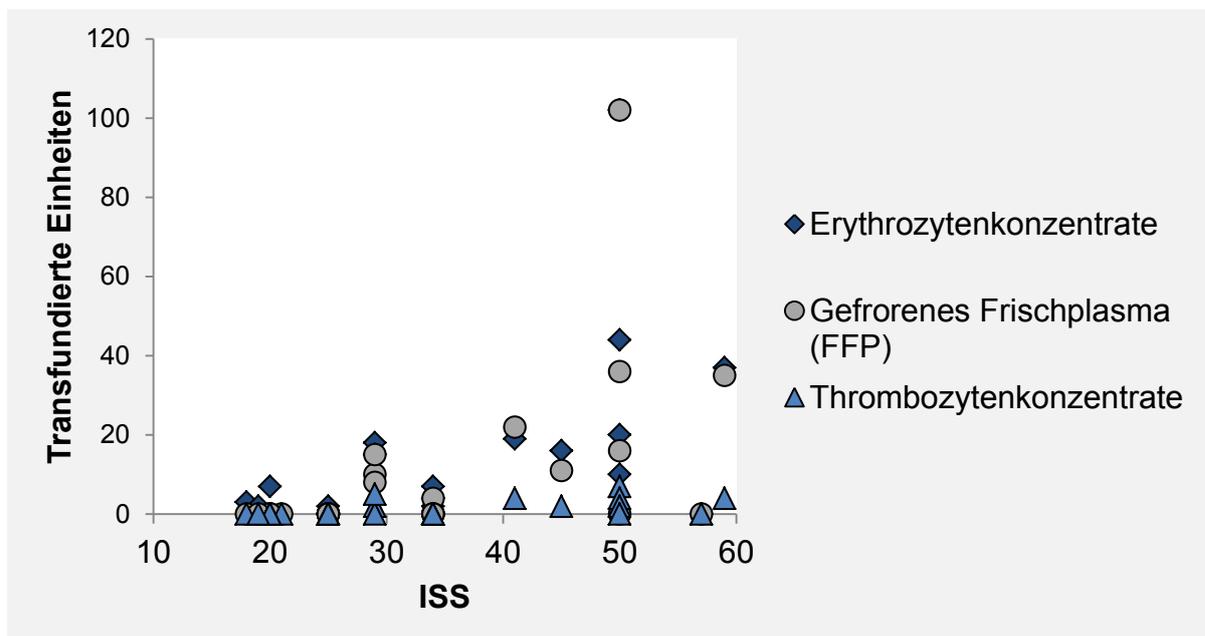


Abb. 9 Transfusionsbedarf in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere.

Vier Patienten (21%) wurden noch am Unfalltag osteosynthetisch versorgt. Die meisten Patienten (53%) wurden zwischen dem zweiten und fünften Tag nach dem Unfall einer Osteosynthese von Beckenverletzungen zugeführt (Tab. 8). Das mediane Intervall betrug 4 (Spanne 0 – 15) Tage. Nahezu alle höhergradigen (AIS >III)

Harnblasen- und/oder Harnröhrenverletzungen wurden in gleicher Sitzung operativ versorgt.

Jede Aussage bezüglich eines Zusammenhanges zwischen Verletzungsschwere und OP-Zeitpunkt muss aufgrund der sehr kleinen Stichprobe zurückhaltend getroffen werden. Die Ergebnisse der linearen Regressionsanalyse (Abb.10 links) erlauben, von einem fehlendem Zusammenhang oder einem angedeuteten Trend (*beta* 0,08, 95% KI -0,09 – 0,24) i.S. einer verzögerten Versorgung bei höherem Verletzungsgrad auszugehen.

Tab. 8 Zeitpunkt der operativen Versorgung in Abhängigkeit vom ISS und der Verletzungsschwere des unteren Harntrakts

ID	ISS	Tag nach Unfall	Einzeitige operative Versorgung	AIS	
				Harnblase	Harnröhre
1	20	4	nein	II	III
2	20	0	ja		V
3	20	3	ja		V
4	21	1	ja	IV	
5	25	4	ja	IV	
6	25	6	nein	II	
7	25	0	ja		V
8	25	4	nein		III
9	29	2	ja		V
10	29	2	ja	III	V
11	34	0	ja	IV	
12	34	7	ja		V
13	34	5	ja		V
14	41	15	ja		V
15	50	0	nein		II
16	50	5	nein		V
17	50	4	ja		V
18	50	4	ja	III	V
19	59	verstorben		V	

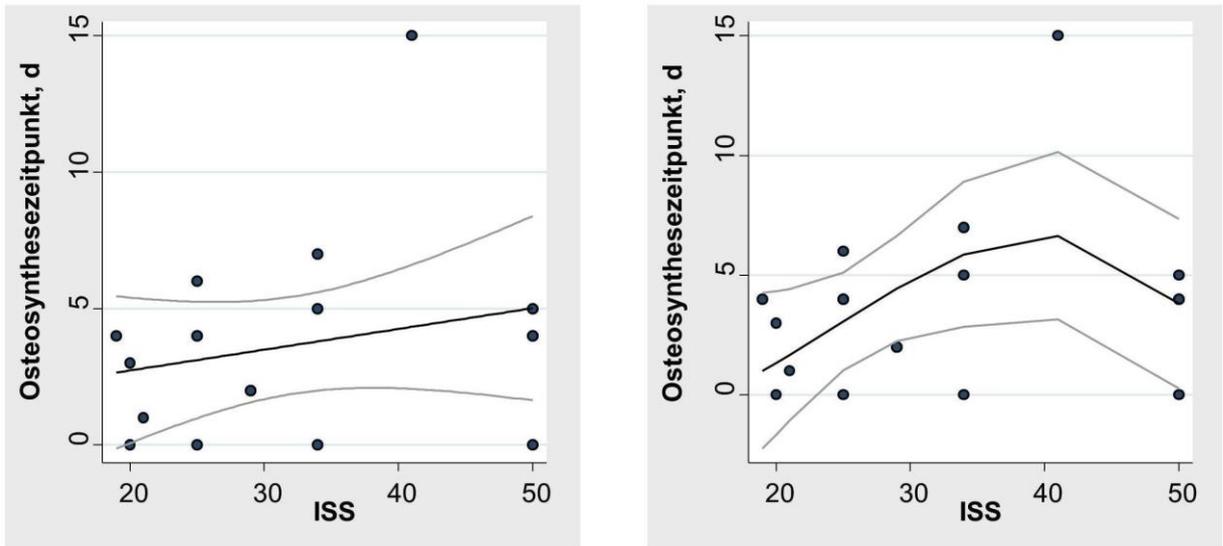


Abb. 10 Zeitpunkt der osteosynthetischen Versorgung von komplexen Beckenverletzungen in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere. Kurvenanpassung mit 95% Konfidenzintervallen. Links: lineare Regression. Rechts: fraktionale Polynomanalyse.

3.3 Harnblasenverletzungen

3.3.1 Verletzungsmuster, Diagnostik und Therapie

12 Patienten mit einem mittleren Alter von 47 (SD 18) Jahren erlitten Harnblasenverletzungen. Jeweils 6 Patienten erlitten Grad I – III und IV – V Verletzungen. Ein klinisches Beispiel zeigt Abb. 11.

Bezogen auf die Gesamtpopulation lag die Prävalenz von Harnblasenverletzungen bei 0,9% (95% KI 0,5 – 1,6%). Betroffen waren 8 Männer und 4 Frauen. Verletzungsmechanismus war ausnahmslos stumpfe Gewalt. 8 Patienten wurden im Straßenverkehr, weitere 4 durch Stürze verletzt. Darunter waren der bereits o.g. verstorbene Fallschirmspringer, ein männlicher Patient nach Sturz vom Pferd und zwei weibliche Verletzte nach Sturz aus geringer Höhe auf Gegenstände mit daraus resultierenden Pfählungsverletzungen. Die Folgen waren Läsionen von Rektum, Vagina, Harnblase und Darmanteilen. Isolierte Harnblasenverletzungen lagen demzufolge nur bei 0,7% (95% KI 0,3 – 1,3%) aller hier untersuchten Polytraumatisierten vor.

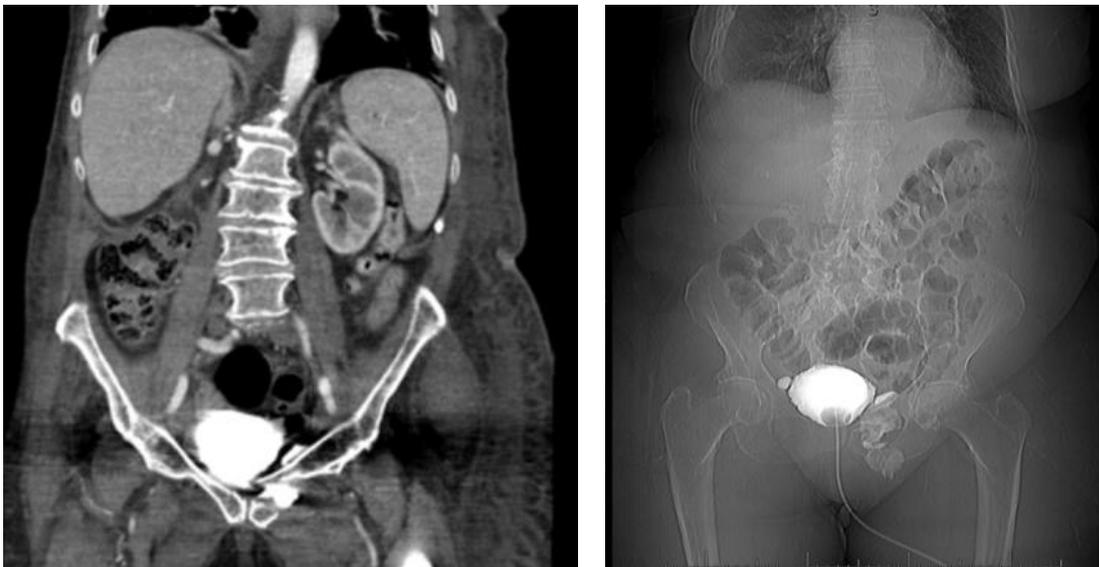


Abb. 11 Fallbeispiel für Harnblasenverletzungen. Frau, als Fußgängerin von einem Pkw erfasst. Verletzungsmuster: Vordere Beckenringfraktur mit extraperitonealer Harnblasenruptur, Os sacrum Fraktur, Atlasfraktur. Therapie: konservativ, Dauerkatheterableitung für 14 Tage.

Ein Verletzter zeigte eine Harnblasenläsion Grad I, welche jedoch bei ausgeprägter und anhaltender Makrohämaturie mit hämodynamischer Relevanz zu einer Zystoskopie und transurethralen Blutstillung zwei Tage nach dem Unfall zwang.

Drei Patienten mit einer Harnblasenverletzung Grad II konnten mit einer prolongierten Dauerkathetereinlage ausbehandelt werden. Zwei Patienten mit einer Grad III Verletzung wurden im Rahmen der primären Beckenosteosynthese operativ mittels Übernähung der Harnblase in gleicher Sitzung versorgt. Bei gleichzeitiger Verletzung der Harnröhre wurde die Urethra mittels transurethraler Dauerkathetereinlage geschient.

Die sechs Patienten mit einer Grad IV- und V-Verletzung wurden primär operativ versorgt (Tab. 9), fünf Patienten per Laparotomie und ein Patient per Laparoskopie (Abb. 12).

Tab. 9 Klassifikation und Therapie der Harnblasenverletzungen.

AIS	n	Art der Therapie
I	1	Transurethrale Koagulation
II	3	Dauerkathetereinlage
III	2	Naht Harnblase im Rahmen Beckenosteosynthese, Dauerkathetereinlage
IV	3	Naht Harnblase
V	3	Naht Harnblase

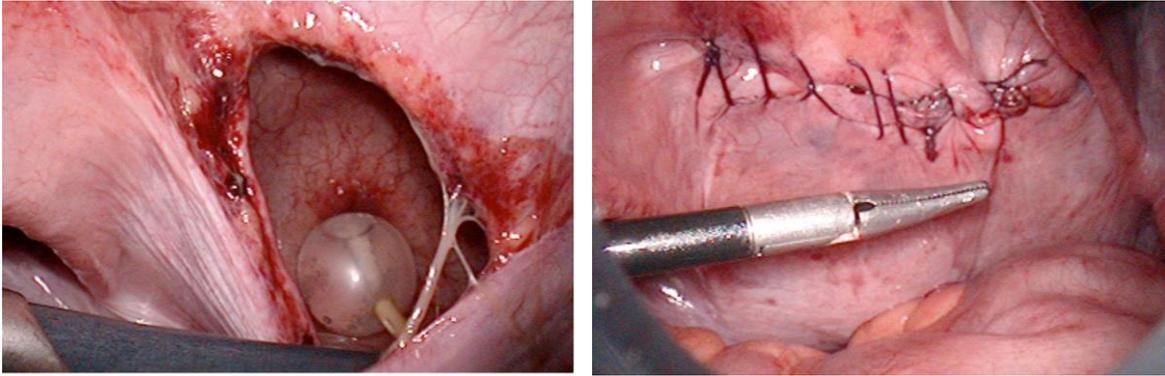


Abb. 12 Laparoskopisches Bild einer intra-peritonealen Harnblasenruptur. Links: eröffnete Harnblase mit sichtbarem Katheterballon. Rechts: laparoskopischer Verschluss des intra-peritonealen Defektes mit resorbierbarem Nahtmaterial.

3.3.2 Behandlungsergebnisse

Die Entfernung der Harnableitung erfolgte (mit Ausnahme der erstgradigen Harnblasenverletzung) im Intervall nahezu bei allen Verletzten erst nach zystographischer Dichtigkeitskontrolle (Tab. 10). Der Zeitpunkt der Entfernung der Harnableitung richtete sich nach dem Grad der Harnblasenverletzung, dem Allgemeinzustand und den Begleitverletzungen (z.B. zusätzliche Harnröhrenverletzung) und lag im Median bei 14 (Spanne 4 – 58) Tagen.

Tab. 10 Zeitpunkt der zystographischen Dichtigkeitskontrolle und Katheterentfernung in Abhängigkeit vom Grad der Harnblasenverletzung, ISS und zusätzlicher Harnröhrenverletzung.

AIS	ISS	Zystogramm		Entfernung DK		Zusätzliche Harnröhrenverletzung
		nach Unfall	nach OP	nach Unfall	nach OP	
V	59	am Unfalltag				
IV	25	11	7	11	7	-
IV	21	11	10	11	10	-
V	20	14	13	15	14	-
V	16	17	16	17	16	-
II	25	6	-	6	-	-
II	45	10	-	33	-	-
IV	34	10	10	11	11	-
I	29	-	-	4	-	-
III	29	10	8	58	56	V
II	20	14	14	14	14	III
III	50	36	32	36	32	V

Alle Patienten mit einer Harnblasenverletzung ohne Urethraruptur wurden am Vortag der Entlassung letztmalig urologisch untersucht. Bei jedem dieser Patienten konnte eine zufriedenstellende, resturinarne Spontanmiktion bei noch reduzierten Miktionsvolumina dokumentiert werden.

Eine der erfassten Patienten mit einer Harnblasenverletzung Grad V wurde zweimalig aufgrund einer Harnblasen-Scheiden-Fistel nach 13 und 25 Monaten (1. Verschluss mittels Netzplombe, 2. Verschluss mittels Netzplombe) operativ versorgt. Zwei Monate nach dem letzten rekonstruktiven Eingriff ergab sich kein Anhalt für ein Fistelrezidiv bei resturinfreier Spontanmiktion bei Miktionsmengen von 250 ml. Abschließend konnte im Rahmen einer Ausscheidungsurographie ein unauffälliger Befund erhoben werden.

3.4 Harnröhrenverletzungen

3.4.1 Verletzungsmuster, Diagnostik und Therapie

22 Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 42 (SD 15) Jahren erlitten Harnröhrenverletzungen (einschl. drei Kombinationsverletzungen von Harnblase und Harnröhre). Die Prävalenz isolierter Urethraverletzungen lag somit bei 19 / 1311 (1,4%, 95% KI 0,9 – 2,3%).

Bis auf zwei Patienten wiesen alle eine komplexe Beckenfraktur auf. Zehn Patienten verunfallten im Straßenverkehr, sechs nach Sturz aus großer Höhe. Versicherte Unfälle ereigneten sich in der Hälfte der Fälle.

Bei allen Patienten lag entweder eine Makrohämaturie oder Blut am Meatus urethrae externus vor. Gemäß Behandlungspfad wurde bei allen Patienten eine retrograde Urethrographie durchgeführt (Abb. 13).



Abb. 13 22-jähriger Mann, Unfall als PKW-Beifahrer. Beckenringfraktur und Harnröhrenabrisse. Kontrastierung der Harnblase nach vorangegangenem Ganzkörper-CT. Primär wurde der Patient mit einem suprapubischen Katheter versorgt. Im Rahmen der Beckenosteosynthese erfolgte fünf Tage nach Unfall die offene Harnröhrenschienung mittels trans-urethraler Kathetereinlage.

Alle sechs Patienten mit Harnröhrenverletzungen des Grades II und III konnten konservativ mit einer prolongierten Dauerkathetereinlage therapiert werden. Bei einem der Patienten mit einer Harnröhrenverletzung Grad III erfolgte die Kathetereinlage zystoskopisch gestützt. Bei den meisten Patienten wurde eine Harnröhrenverletzung Grad V diagnostiziert. Alle diese Patienten wurden am Unfalltag mit einer suprapubischen Harnableitung versorgt. Bei 14 Patienten wurde eine offene Harnröhrenschienung (transurethrale Dauerkathetereinlage ante-/retrograd transvesikal) durchgeführt. Die Therapiestrategien und -intervalle sind in Tab. 11 zusammengefasst.

Der Zeitpunkt der operativen Versorgung der Harnröhrenverletzung richtete sich bei 11 Patienten nach dem Zeitpunkt der Beckenosteosynthese und lag im Median bei 4 (Spanne 0 – 15) Tagen nach dem Unfall (Tab. 11). Zwei Verletzte mit einer Grad-V-Verletzung der Urethra erlitten keine Beckenfraktur und wurden noch am Unfalltag mittels offener Harnröhrenschienung versorgt. Bei zwei Patienten mit Harnröhrenverletzung Grad V und Beckenfraktur wurde auf eine offene Harnröhrenschienung verzichtet, da die Beckenfraktur nicht osteosynthetisch, sondern konservativ behandelt wurde. Einer dieser Patienten wurde aufgrund der Verletzungsschwere (ISS 57) vorerst endständig mit einer suprapubischen Harnableitung versorgt. Bei dem anderen Verletzten wurde am 42. posttraumatischen Tag eine retrograde Urethrographie durchgeführt. Dabei konnte eine langstreckige, präsphinctäre Harnröhrenenge nachgewiesen werden. Es wurde die Indikation zur Urethrotomia interna nach Sachse und transurethrale Dauerkathetereinlage am Folgetag gestellt. Der Harnröhrenkatheter konnte drei Tage später entfernt werden.

Tab. 11 Klassifikation und Therapie von Harnröhrenverletzungen, Intervall zwischen Unfall und Versorgung und Vorliegen einer Beckenfraktur.
DK = Dauerkatheter. ORIF = offene Reposition und interne chirurgische Fixation.

AIS	Prim. supra-pubische Ableitung	Urologische Therapie	Intervall, Tage	Beckenfraktur	Simultane ORIF und urologische Versorgung
II	nein	primärer transurethraler DK	0		
III	nein	primärer transurethraler DK	0	ja	nein
III	nein	primärer transurethraler DK	0	ja	nein
III	nein	primärer transurethraler DK	0	ja	nein
III	ja	urethrozystoskopische DK-Anlage	5	ja	nein
III	nein	primärer transurethraler DK	0	ja	nein
V	ja	offene Harnröhrenschienung	0	nein	nein
V	ja	offene Harnröhrenschienung	0	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	0	nein	nein
V	ja	offene Harnröhrenschienung	7	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	15	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	5	ja	ja
V	ja	keine		ja	nein
V	ja	keine		ja	nein
V	ja	offene Harnröhrenschienung	5	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	4	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	5	ja	nein
V	ja	offene Harnröhrenschienung	0	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	2	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	3	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	2	ja	ja
V	ja	offene Harnröhrenschienung	4	ja	ja

3.4.2 Behandlungsergebnisse

Der Zeitpunkt der Entfernung der Harnableitung nach konservativer oder operativer Therapie richtete sich nach dem Grad der Harnröhrenverletzung, dem Allgemeinzustand und den Begleitverletzungen des Patienten (Tab. 12). Die Entfernung des transurethralen Dauerkatheters erfolgte unter retrograder Kontrastmittelfüllung der Harnröhre zum Ausschluss eines Kontrastmittelextraluminates oder einer Harnröhrenenge. Die Katheterentfernung erfolgte bei Harnröhrenverletzungen Grad II und III zwischen dem 11. und 26. Tag nach dem Unfall (Mittel 15 [SD 6] Tage), bei den Grad-V-Verletzungen zwischen dem 22. und 60. Tag nach operativer Versorgung (Mittel 43 [SD 14] Tage). Drei Patienten mit Grad-V-Verletzungen wurden mit den Harnableitungen in heimatnahe Krankenhäuser verlegt und dort urologisch weiterbehandelt. Ein Patient mit Grad-V-Verletzung wurde aufgrund der Verletzungsschwere zunächst endständig mit einer suprapubischen Harnableitung versorgt.

14 von 22 Patienten mit Harnröhrenverletzungen wurden auf Anfrage der Unfallversicherung bzw. niedergelassener Ärzte nachuntersucht. Darunter waren zwei Patienten mit einer Harnröhrenverletzung Grad III und 12 Verletzte mit einer Harnröhrenverletzung Grad V (Tab. 13). Die retrograde Urografie zeigte bei der Hälfte der Patienten kurzstreckige Harnröhrenengen (Risiko 50%, 95% KI 23 – 77%). Drei weitere Patienten boten langstreckige Engen.

Vier Patienten mit einem Urethra Trauma Grad V wurden am Unfalltag offen operativ mittels Harnröhrenschienung therapiert, von denen zwei Patienten keine Harnröhrenstriktur entwickelten. Bei den anderen beiden Patienten wurde die Harnröhrenenge mittels endoskopischer Harnröhrenschlitzung (Urethrotomia interna) behandelt. Ein Strikturrezidiv trat nicht auf. Jeder der nachuntersuchten Patienten verneinte Harnwegsinfekte. Dranginkontinenzerscheinungen wurden nur von einem Patienten angegeben (3 bis 5 Vorlagen pro Tag). Ursache der kompletten Harnröhrenruptur war bei diesem Patienten eine Schussverletzung mit ausgedehnten Weichteilverletzungen im Bereich des kleinen Beckens (Tab. 14). Das Risiko für eine erektile Dysfunktion betrug 5 / 14 (36%, 95% KI 13 – 65%)

Tab. 12 Zeitpunkt der retrograden Urethrografie und Katheterentfernung in Abhängigkeit vom Grad der Harnröhrenverletzung und ISS. SPF = suprapubische Fistel.

AIS	ISS	Retrograde Urethrografie bei Katheterentfernung	
		Intervall nach Unfall, Tage	Intervall nach OP, Tage
V	25	60	60
V	25	22	22
V	18	Entlassung mit Harnableitung	
V	34	55	48
III	34	17	17
V	41	71	56
V	34	Entlassung mit Harnableitung	
V	57	Endständige SPF	
III	25	11	11
II	50	26	26
V	34	42	46
V	50	42	42
III	25	11	11
V	50	44	44
III	18	12	12
V	20	28	28
V	20	52	52
V	29	28	28
V	20	38	35
V	29	Verlegung ins Ausland mit Harnableitung	
III	20	14	14
V	50	36	32

Tab. 13 Verteilung der Primär-, Sekundär- und Rezidiveingriffe unter nachuntersuchten Patienten. DK = Dauerkatheter. SPF = suprapubische Fistel. Zeitangaben nach Unfall.

AIS	Primärtherapie am Unfalltag	Sekundärtherapie (Tage)	Rezidiveingriffe (Monate)
III	Transurethraler DK	keine	Urethrotomia interna (2), Urethrotomia interna (72)
III	Transurethraler DK	keine	keine
V	SPF-Anlage, offene Urethraschienung	keine	keine
V	SPF-Anlage, offene Urethraschienung	keine	Urethrotomia interna (1)
V	SPF-Anlage, offene Urethraschienung	keine	keine
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (7)	Urethrotomia interna (25)
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (15)	Urethrotomia interna (2)
V	SPF-Anlage	keine	Urethrotomia interna (1)
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (5)	Harnröhrenplastik mit Mundschleimhaut (6), Urethrotomia interna (8), Einlage Harnröhren-Stent (9)
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (5)	Urethrotomia interna (5), offene Strikturresektion und End-zu-End-Anastomose (7), Urethrotomia interna (9)
V	SPF-Anlage, offene Urethraschienung	keine	Urethrotomia interna (3)
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (2)	Urethrotomia interna (6), Urethrotomia interna (14), Urethrotomia interna (16)
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (3)	keine
V	SPF-Anlage	offene Urethraschienung (4)	Urethrotomia interna (12)

Tab. 14 Therapieergebnisse aller nachuntersuchten Patienten.

ID	Monate nach Unfall	Ergebnis der retrogr. Urethrografie	Konsequenz	Inkontinenz	Anzahl Vorlagen	max. Uroflow ml/s	Sono Restharn ml	Harnwegsinfekte	Erekt. Dysfunktion
1	2	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	25	40	keine	keine
	72		Urethrotomia int.						
	78	o.B.	keine						
2	35	o.B.	keine	keine	keine	35	0	keine	keine
3	23	o.B.	keine	ja	keine	25	0	keine	keine
4	1	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	N/A	20	keine	keine
5	1	o.B.	keine	keine	keine	14	0	keine	keine
6	20	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	N/A	40	keine	keine
7	2	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	12	20	keine	ja
	22	o.B.	keine						
8	1	langstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	N/A	N/A	keine	ja
9	6	langstr. HR-Enge	HR-Plastik	keine	keine	N/A	30	keine	ja
	8		Urethrotomia int.						
	9		HR-Stent						

Tab. 14 (Fortsetzung)

10	5	langstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	N/A	N/A	keine	keine
	7		offene Strikturresektion und End-zu-End- Anastomose.						
	9		Urethrotomia int.						
11	3	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	30	30	keine	ja
	90	o.B.	keine			N/A	N/A		
12	6	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	20	0	keine	ja
	14	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.						
	16	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.						
	34	o.B.	keine						
13	11	o.B.	keine	keine	keine	11	0	keine	keine
14	12	kurzstr. HR-Enge	Urethrotomia int.	keine	keine	N/A	N/A	keine	ja

4 DISKUSSION

4.1 Ergebnisse im Kontext bisheriger bester Evidenz

Diese retrospektive Auswertung von zwischen September 1997 und August 2008 erhobenen Routinedaten über 1311 schwerverletzte und polytraumatisierte Patienten eines überregionalen Traumazentrums identifizierte 31 Betroffene mit begleitenden Verletzungen der Harnblase und/oder Harnröhre.

In der Literatur wird die Häufigkeit urogenitaler Begleitläsionen bei Beckenfrakturen mit 7 – 25% angegeben.^{24, 44, 62-65} Verletzungen der Harnröhre traten in der untersuchten Stichprobe mit $\leq 2\%$ (Literatur 4 – 14%)^{24, 45, 66, 67} etwa gleich selten auf wie Verletzungen der Harnblase (1%, Literatur 6 – 11%).^{24, 67-69} Dies deckt sich mit Daten einer Analyse von 31380 traumatologischen, stationären Aufnahmen in den USA, von denen lediglich 70 Patienten (0,8%) eine Harnblasenverletzung boten.⁷⁰

Harnblasenrupturen sind in der Literatur in 70 – 95% der Fälle mit einer Beckenfraktur vergesellschaftet.^{36, 71, 72}

Patienten mit Beckenringverletzungen wiesen in dieser Untersuchung gegenüber Patienten ohne Beckenringverletzungen ein fast 14fach erhöhtes Risiko für eine Verletzung der unteren Harnwege auf (Risk Ratio [RR] 13,7, 95% KI 4,8 – 38,9).

Eindrucksvoll bestätigt werden konnte die in der Literatur hervorgehobene Assoziation zwischen Makrohämaturie, Beckenringverletzungen und Harnblasentraumen (Abb. 14).

In der untersuchten Kohorte standen stumpfe Verletzungen im Vordergrund. Dies entspricht den in der Literatur berichteten Verletzungsarten.⁷³ Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen war allein aufgrund des Settings mit einer höheren Rate von Arbeitsunfällen zu rechnen.

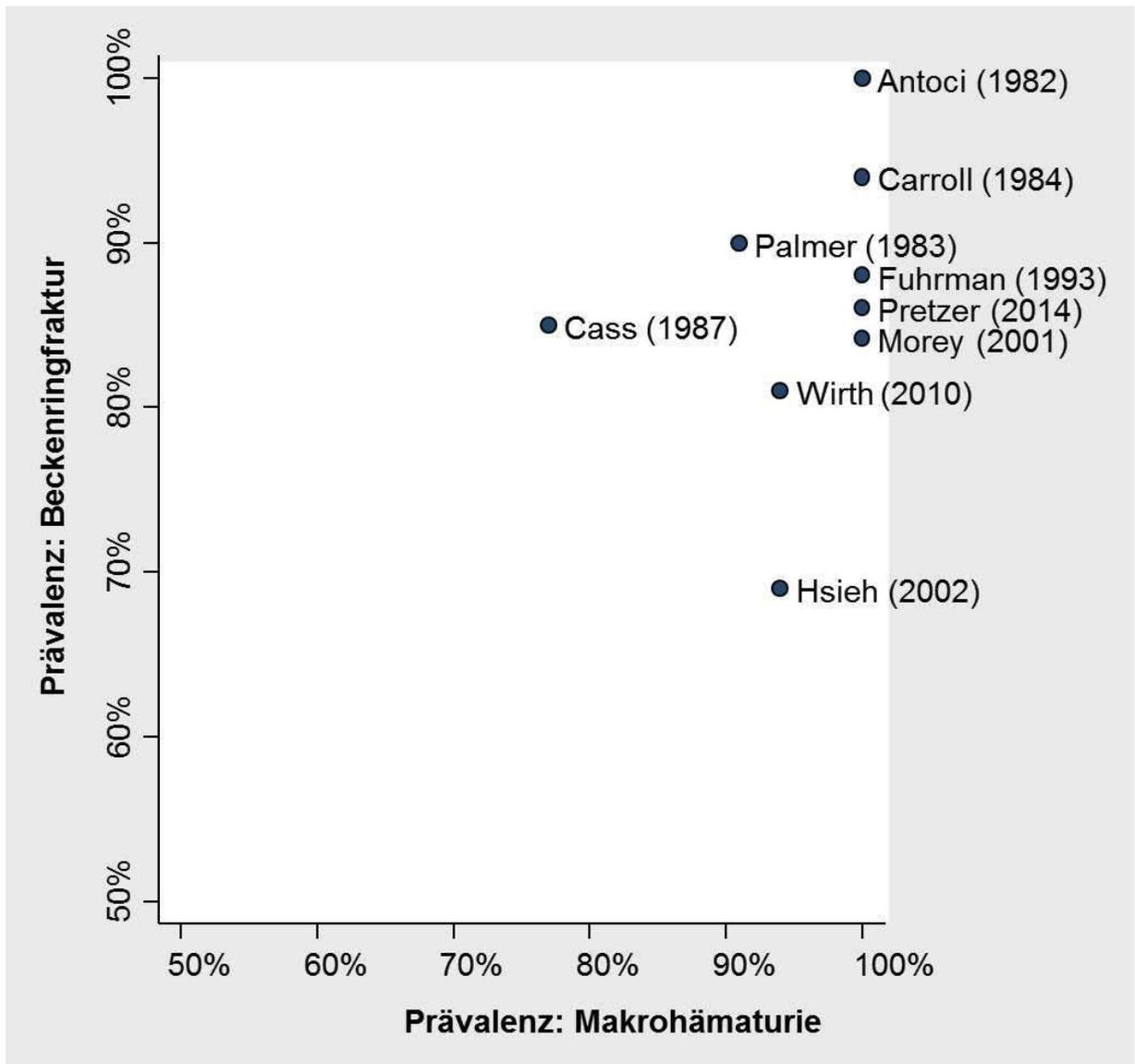


Abb. 14 Beziehung zwischen Beckenringfrakturen und Makrohämaturie als wegweisendes Indikatormuster für Harnblasenverletzungen.^{24, 42, 43, 62, 71, 74-76}

Die funktionelle Prognose von Verletzungen der unteren Harnwege bei Polytrauma kann unter Zentrumsbedingungen und Leitlinien-konformer Therapie grundsätzlich als gut beurteilt werden. Primäre diagnostische und therapeutische Maßnahmen wie die retrograde Urethrographie, transurethrale oder suprapubische Kathetereinlage bzw. das Ausspülen einer Harnblasentamponade bei Makrohämaturie, Blut am Meatus urethrae externus bei komplexen Beckenfrakturen und/oder Hämatomen im Urogenitalbereich müssen durch den Urologen durchgeführt werden. Aus unsachgemäßen transurethralen Manipulationen können erhebliche iatrogene

Verletzungen wie beispielsweise die Teilruptur der Harnröhre und damit verbundene Spätfolgen wie Inkontinenz, Impotenz sowie die Ausbildung von Harnröhrenengungen resultieren.

Harnblasenverletzungen heilen unter konsequenter Anwendung Evidenz-basierter Behandlungspfade nahezu ausnahmslos aus. Strikturen der Harnröhre nach stumpfen und penetrierenden Verletzungen bedürfen der individualisierten Therapie.

Der Beckenverletzte ist grundsätzlich ein Hochrisikopatient für Blutungskomplikationen.^{36, 72, 77-83} 18 Patienten mit einer Beckenfraktur (67%) mussten transfundiert werden, wovon 10 Patienten mehr als 10 Erythrozytenkonzentrate erhielten. Pelvine Massenblutungen bei komplexer Beckenfraktur sind lebensbedrohlich und sowohl die mechanische Stabilisierung als auch die Substitution von Gerinnungs-aktiven Faktoren und Substanzen sind essentiell. Hierzu gehören neben FFP auch aktivierter Faktor VII⁸⁴ und Tranexamsäure.⁸⁵

In 20 – 50% der Fälle sollen Blasentraumata mit Harnröhrenverletzungen einhergehen; in der eigenen Stichprobe wurden Kombinationsverletzungen bei 3 / 31 Patienten beobachtet. Laut Literatur handelt es sich bei 54 – 70% aller Harnblasenrupturen um extra- sowie in 25 – 40% um intraperitoneale Verletzungen.¹⁷ In der untersuchte Kohorte wurden zu gleichen Verhältnissen extra- und intraperitoneale Verletzungen nachgewiesen.

Nahezu alle höhergradigen Harnblasen- und Harnröhrenverletzungen (Grad >III) wurden im Rahmen einer Beckenosteosynthese urologisch operativ mitversorgt. Harnblasenverletzungen als Folge eines stumpfen oder penetrierenden Unterbauch- oder Beckentraumas sind nach derzeitigem Kenntnisstand relativ selten.

Alle Harnblasenverletzungen Grad III bis Grad V wurden operativ versorgt. Die durchgeführte Therapie korrelierte hierbei mit den Behandlungspfaden und Empfehlungen der European Association of Urology (<http://www.uroweb.org/guidelines/online-guidelines>).

In der aktuellen S3-Leitlinie Polytrauma- und Schwerverletzten-Behandlung lauten die Schlüsselempfehlungen bei Harnblasenverletzungen¹³:

- Intraperitoneale Harnblasenrupturen sollten chirurgisch exploriert werden.
- Extraperitoneale Harnblasenrupturen ohne Beteiligung des Blasenhalses können konservativ durch suprapubische Harnableitung therapiert werden.

Prinzipiell können kleinere intraperitoneale Läsionen auch unter transurethraler prolongierter Harnableitung folgenlos abheilen. Die Anlage eines suprapubischen Katheters kann bei einer Harnblasenverletzung schwierig sein. Eine transurethrale Harnableitung ist in dieser Situation ausreichend. Deshalb sollten die vorliegenden Informationen bei der geplanten Aktualisierung der Leitlinie und Formulierung von Schlüsselempfehlungen berücksichtigt werden.

Urethrale Traumen sind ebenfalls eher seltene Verletzungen bei Polytraumatisierten. Bei 20 / 22 der hier analysierten Fälle lag jedoch eine komplexe Beckenfraktur vor. Der diagnostische Pfad richtete sich im ukb nach dem modifizierten Frontera-Algorithmus.³⁷ Eine alleinige i.v.-KM-CT des Abdomens und des kleinen Beckens kann Harnröhrenverletzungen nicht in zufriedenstellendem Maße detektieren, so dass auf eine retrograde Urethrographie weiterhin nicht verzichtet werden kann.

Es existieren unterschiedliche Literaturangaben hinsichtlich der Therapie der Harnröhrenläsionen. Bei Grad-V-Verletzungen der Harnröhre wird eine primäre Revision bzw. eine suprapubische Ableitung über drei Monate mit sekundärer bulboprostatischer Anastomose empfohlen.⁸⁶ Literaturangaben bezüglich der Langzeitergebnisse nach primärer und sekundärer operativer Versorgung traumatischer Harnröhrenverletzungen sind nicht identisch. Die primär durchgeführte Harnröhrenschienung verringert offensichtlich das Stenoserisiko.^{27, 51, 87}

Erst ein späterer Zeitpunkt, d. h. üblicherweise nach drei Monaten, erlaubt die akkurate Abklärung und definitive Versorgung von Verletzungen der unteren Harnwege. Zu diesem Zeitpunkt sind die Begleiterkrankungen beherrscht, Weichteilschäden haben sich zurückgebildet und Hämatome sind resorbiert. Wird eine verzögerte Anastomosentechnik durchgeführt, so findet sich im 10-Jahres-

Follow-up eine Stenosierungsrate von durchschnittlich 12%. Das Inkontinenz- oder Impotenzrisiko ist deutlich geringer als bei sofortiger Intervention.^{26, 51} Deshalb wurde eine verzögerte Anastomosierung vorgezogen. Die Notwendigkeit der Beckenosteosynthese mit suprapubischem Zugang musste in die Wahl des Operationszeitpunktes einbezogen werden.

Es existiert kein Konsens bezüglich des optimalen Operationszeitpunktes. Bei allen hier untersuchten Patienten erfolgte die offene Harnröhrenschienung im Rahmen der Beckenosteosynthese am Unfalltag (*sofortige* Therapie) oder wenige Tage später (*verzögert primäre* Therapie). Laut Literatur (Tab. 15) beträgt nach primärer Schienung das Risiko für Strikturen, Inkontinenz und Impotenz 53 bis 69%, 4 bis 20% und 21 bis 44%. Demzufolge wird im Falle einer kompletten Ruptur der männlichen Harnröhre die alleinige suprapubische Ableitung oder die Schienung auch bei großer Distanz zwischen den Urethraenden empfohlen.^{27, 48, 87-95}

Tab. 15 Literaturvergleich der Langzeitergebnisse verschiedener posteriorer Harnröhrenrekonstruktionstechniken zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Werte in Klammern sind 95% Konfidenzintervalle.

Autor (Jahr)	OP-Technik	N	Striktur	Impotenz	Inkontinenz
Koraitim MM (1999) ⁴⁸	Primär offene Chirurgie	37	49% (32 – 66%)	56% (38 – 72%)	21% (6 – 46%)
	Verzögerte Therapie	508	97% (95 – 98%)	19% (16 – 23%)	4% (2 – 6%)
	Sofortige Schienung	326	53% (48 – 59%)	36% (30 – 42%)	5% (3 – 9%)
Webster GD (1983) ⁵¹	Sofortige Schienung	301	69% (64 – 74%)	44% (38 – 50%)	20% (16 – 25%)
Elliott DS (1991) ⁸⁷	Sofortige endoskop. Schienung	57	68% (55 – 80%)	21% (11 – 34%)	4% (0 – 12%)

Die Leitlinie der Eastern Association for the Surgery of Trauma kommt zu dem Schluss, dass sowohl die primäre Schienung als auch die suprapubische Ableitung mit sekundärer Operation gleichermaßen empfehlenswert sei (<http://www.east.org/tpg/gumgmt.pdf>, Stand 2004).

4.2 Limitationen

Diese Arbeit weist verschiedene Limitationen auf. Neben dem retrospektiven Design erlaubt die geringe Fallzahl nur beschreibende Aussagen. Administrative Routinedaten ermöglichen zudem häufig nur einen Zugriff auf Surrogatendpunkte (z.B. Behandlungsdauer, OP-Zeitpunkte usw.), nicht jedoch patientenzentrierte Messgrößen wie die gesundheitsbezogene Lebensqualität.

Von einer Patienten-Subgruppe lagen aus der Ambulanzdokumentation zumindest Komplikations- und Rezidivraten auch über einen längeren Beobachtungszeitraum vor. Die Seltenheit der Verletzung macht klinische Interventionsstudien schwierig. Auch im Traumaregister der DGU wurden Harnblasenverletzungen lediglich unter alle Hohlorganverletzungen summiert. Möglicherweise erlauben zukünftig die Strukturen des Traumanetzwerkes, robustere Informationen über die Epidemiologie und Behandlungsergebnisse von Verletzungen der unteren Harnwege zu gewinnen.

4.3 Schlussfolgerungen

Die primäre Schienung der Harnröhre erscheint gegenüber der verzögert primären Therapie anhand der hier erhobenen Daten bezüglich der erektilen Funktion und der Ausbildung von Harnröhrenstrikturen von Vorteil zu sein. Nach kompletter Harnröhrenruptur kommt es regelhaft zur Ausbildung eines Hämatoms im kleinen Becken. Daraus resultiert ein Auseinanderdrängen der Weichteile, der nervalen und vaskulären Strukturen mit konsekutiver Druckbelastung und Ischämie. Die frühzeitige Hämatomentlastung im kleinen Becken wirkt sich aus unserer Sicht protektiv auf das neurovaskuläre Bündel aus. Das neurovaskuläre Bündel ist für die Erektionsfähigkeit und die Kontinenz relevant. Ebenfalls ist die Strikturrate bei der primären Schienung geringer. Daraus resultiert die Schlussfolgerung, dass eine *sofortige* Therapie sowohl das Stenoserisiko und das Risiko der Ausbildung einer erektilen Dysfunktion minimiert als auch die Notwendigkeit von Rezidiveingriffen vermindert. Jedoch steht

dem ein möglicher massiver Blutverlust bei einer offenen Operation in der primären Phase gegenüber. Gerade deshalb ist bei dieser speziellen Verletzung beim Polytraumatisierten ein individuell angepasstes interdisziplinäres Vorgehen weiterhin angezeigt und stellt auch in Zukunft eine Herausforderung dar. Aus urologischer Sicht sollte eine frühzeitige Harnröhrenschiebung angestrebt werden.

5 LITERATURVERZEICHNIS

- (1) Lim SS, Vos T, Flaxman AD et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2224-2260.
- (2) Murray CJ, Vos T, Lozano R et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2197-2223.
- (3) Vos T, Flaxman AD, Naghavi M et al. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2163-2196.
- (4) Mand C, Muller T, Lefering R, Ruchholtz S, Kuhne CA. A comparison of the treatment of severe injuries between the former East and West German States. *Dtsch Arztebl Int* 2013;110(12):203-210.
- (5) Ruchholtz S, Lefering R, Debus F, Mand C, Kuhne C, Siebert H. [TraumaregisterTraumaNetwork DGU(R) und TraumaRegister DGU(R). Success by cooperation and documentation]. *Chirurg* 2013;84(9):730-738.
- (6) Ruchholtz S, Mand C, Lewan U et al. Regionalisation of trauma care in Germany: the "TraumaNetwork DGU(A (R))-Project". *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 2012;38(1):11-17.
- (7) Cooper A, Hannan EL, Bessey PQ, Farrell LS, Cayten CG, Mottley L. An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *J Trauma* 2000;48(1):16-23.
- (8) Glance LG, Osler TM, Dick A, Mukamel D. The relation between trauma center outcome and volume in the National Trauma Databank. *J Trauma* 2004;56(3):682-690.
- (9) Konvolinka CW, Copes WS, Sacco WJ. Institution and per-surgeon volume versus survival outcome in Pennsylvania's trauma centers. *Am J Surg* 1995;170(4):333-340.
- (10) Nathens AB, Jurkovich GJ, Maier RV et al. Relationship between trauma center volume and outcomes. *JAMA* 2001;285(9):1164-1171.
- (11) Celso B, Tepas J, Langland-Orban B et al. A systematic review and meta-analysis comparing outcome of severely injured patients treated in trauma centers following the establishment of trauma systems. *J Trauma* 2006;60(2):371-378.

- (12) Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.(DGU). Weißbuch Schwerverletztenversorgung. Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung sowie Förderung von Qualität und Sicherheit in der Schwerverletztenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. 2., erweiterte Auflage. *Orthopädie und Unfallchirurgie Mitteilungen und Nachrichten* 2012;1(Suppl 1):1-35.
- (13) Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.(DGU). *S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung (AWMF-Register-Nr. 012/019)*. Düsseldorf: AWMF; 2011.
- (14) Gross AJ. Traumatologie. In: Deutsche Gesellschaft für Urologie, editor. *Urologie in Deutschland. Bilanz und Perspektiven*. 1 ed. Heidelberg: Springer; 2007. 147-149.
- (15) Lutzeyer W. *Traumatologie des Urogenitaltraktes*. 1 ed. Berlin: Springer; 1981.
- (16) Protzel C, Hakenberg OW. [Diagnosis and treatment of lower urinary tract trauma]. *Unfallchirurg* 2010;113(4):313-324.
- (17) Gomez RG, Ceballos L, Coburn M et al. Consensus statement on bladder injuries. *BJU Int* 2004;94(1):27-32.
- (18) Carroll PR, McAninch JW, Klosterman P, Greenblatt M. Renovascular trauma: risk assessment, surgical management, and outcome. *J Trauma* 1990;30(5):547-552.
- (19) Belis JA, Recht KA, Milam DF. Simultaneous traumatic bladder perforation and disruption of the prostatomembranous urethra. *J Urol* 1979;122(3):412-414.
- (20) Protzel C, Hakenberg OW. [Diagnosis and treatment of lower urinary tract trauma]. *Unfallchirurg* 2010;113(4):313-324.
- (21) Conrad S. Blasenverletzung: Konservative Therapie reicht meist aus. *Uro News* 2010;8(12):31-33.
- (22) Siemer S, Russ F, Mutschler W, Zwergel T. [Injuries of the urinary system and management in multiple trauma cases]. *Urologe A* 1997;36(6):513-522.
- (23) Pinggera GM, Rehder P, Bartsch G, Gozzi C. [Urethral trauma]. *Urologe A* 2005;44(8):883-897.
- (24) Palmer JK, Benson GS, Corriere JN, Jr. Diagnosis and initial management of urological injuries associated with 200 consecutive pelvic fractures. *J Urol* 1983;130(4):712-714.
- (25) Perry MO, Husmann DA. Urethral injuries in female subjects following pelvic fractures. *J Urol* 1992;147(1):139-143.

- (26) Carlin BI, Resnick MI. Indications and techniques for urologic evaluation of the trauma patient with suspected urologic injury. *Semin Urol* 1995;13(1):9-24.
- (27) Koraitim MM, Marzouk ME, Atta MA, Orabi SS. Risk factors and mechanism of urethral injury in pelvic fractures. *Br J Urol* 1996;77(6):876-880.
- (28) McClung CD, Hotaling JM, Wang J, Wessells H, Voelzke BB. Contemporary trends in the immediate surgical management of renal trauma using a national database. *J Trauma Acute Care Surg* 2013;75(4):602-606.
- (29) Heuer M, Hussmann B, Schenck M et al. [Kidney injury and multiple trauma: outcome, course and treatment algorithm. An organ-specific evaluation of 835 patients from the trauma register of the DGU]. *Unfallchirurg* 2012;115(8):700-707.
- (30) Tohira H, Jacobs I, Mountain D, Gibson N, Yeo A. Systematic review of predictive performance of injury severity scoring tools. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:63.
- (31) Genarelli TA, Wodzin E, Barlington IL. *Abbreviated Injury Scale AIS 2005*. Barlington: Association for the Advancement of Automotive Medicine; 2005.
- (32) Lynch TH, Martinez-Pineiro L, Plas E et al. EAU guidelines on urological trauma. *Eur Urol* 2005;47(1):1-15.
- (33) Bosch U, Pohlemann T, Haas N, Tscherne H. [Classification and management of complex pelvic trauma]. *Unfallchirurg* 1992;95(4):189-196.
- (34) Pohlemann T, Gansslen A, Stief CH. [Complex injuries of the pelvis and acetabulum]. *Orthopade* 1998;27(1):32-44.
- (35) Siegmeth A, Mullner T, Kukla C, Vecsei V. [Associated injuries in severe pelvic trauma]. *Unfallchirurg* 2000;103(7):572-581.
- (36) Pohlemann T, Stengel D, Tosounidis G et al. Survival trends and predictors of mortality in severe pelvic trauma: estimates from the German Pelvic Trauma Registry Initiative. *Injury* 2011;42(10):997-1002.
- (37) Frontera R. Intraperitoneal bladder rupture. In: McAnich JW, editor. *Traumatic and reconstructive urology*. 1 ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996. 275-286.
- (38) Hicks D, Li CY. Management of macroscopic haematuria in the emergency department. *Emerg Med J* 2007;24(6):385-390.
- (39) Brewer ME, Wilmoth RJ, Enderson BL, Daley BJ. Prospective comparison of microscopic and gross hematuria as predictors of bladder injury in blunt trauma. *Urology* 2007;69(6):1086-1089.
- (40) Pewsner D, Battaglia M, Minder C, Marx A, Bucher HC, Egger M. Ruling a diagnosis in or out with "SpPIn" and "SnNOut": a note of caution. *BMJ* 2004;329(7459):209-213.

- (41) Corriere JN, Jr., Sandler CM. Management of the ruptured bladder: seven years of experience with 111 cases. *J Trauma* 1986;26(9):830-833.
- (42) Hsieh CH, Chen RJ, Fang JF et al. Diagnosis and management of bladder injury by trauma surgeons. *Am J Surg* 2002;184(2):143-147.
- (43) Morey AF, Iverson AJ, Swan A et al. Bladder rupture after blunt trauma: guidelines for diagnostic imaging. *J Trauma* 2001;51(4):683-686.
- (44) Chan L, Nade S, Brooks A, Deane S. Experience with lower urinary tract disruptions associated with pelvic fractures: implications for emergency room management. *Aust N Z J Surg* 1994;64(6):395-399.
- (45) Fallon B, Wendt JC, Hawtrey CE. Urological injury and assessment in patients with fractured pelvis. *J Urol* 1984;131(4):712-714.
- (46) Traub KB, Hua V, Broman S, Stage KH. Introduction of a genitourinary trauma database for use as a multi-institutional urologic trauma registry. *J Trauma* 2001;51(2):336-339.
- (47) Stengel D, Ottersbach C, Matthes G et al. Accuracy of single-pass whole-body computed tomography for detection of injuries in patients with major blunt trauma. *CMAJ* 2012;184(8):869-876.
- (48) Koraitim MM. Pelvic fracture urethral injuries: the unresolved controversy. *J Urol* 1999;161(5):1433-1441.
- (49) Morey AF, McAninch JW. Reconstruction of posterior urethral disruption injuries: outcome analysis in 82 patients. *J Urol* 1997;157(2):506-510.
- (50) Mundy AR. Urethroplasty for posterior urethral strictures. *Br J Urol* 1996;78(2):243-247.
- (51) Webster GD, Mathes GL, Selli C. Prostatomembranous urethral injuries: a review of the literature and a rational approach to their management. *J Urol* 1983;130(5):898-902.
- (52) El-Abd SA. Endoscopic treatment of posttraumatic urethral obliteration: experience in 396 patients. *J Urol* 1995;153(1):67-71.
- (53) D'Alleyrand JC, O'Toole RV. The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care. *Orthop Clin North Am* 2013;44(4):499-507.
- (54) Nahm NJ, Vallier HA. Timing of definitive treatment of femoral shaft fractures in patients with multiple injuries: a systematic review of randomized and nonrandomized trials. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73(5):1046-1063.
- (55) Shere-Wolfe RF, Galvagno SM, Jr., Grissom TE. Critical care considerations in the management of the trauma patient following initial resuscitation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:68.

- (56) Harris T, Davenport R, Hurst T, Hunt P, Fotheringham T, Jones J. Improving outcome in severe trauma: what's new in ABC? Imaging, bleeding and brain injury. *Postgrad Med J* 2012;88(1044):595-603.
- (57) Johansson PI, Stensballe J, Ostrowski SR. Current management of massive hemorrhage in trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:47.
- (58) Curry N, Davis PW. What's new in resuscitation strategies for the patient with multiple trauma? *Injury* 2012;43(7):1021-1028.
- (59) Muller T, Doll D, Kliebe F, Ruchholtz S, Kuhne C. [Damage control in trauma patients with hemodynamic instability]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2010;45(10):626-633.
- (60) Duchesne JC, McSwain NE, Jr., Cotton BA et al. Damage control resuscitation: the new face of damage control. *J Trauma* 2010;69(4):976-990.
- (61) Ball CG, Sutherland F, Kirkpatrick AW et al. Dramatic innovations in modern surgical subspecialties. *Can J Surg* 2010;53(5):335-341.
- (62) Antoci JP, Schiff M, Jr. Bladder and urethral injuries in patients with pelvic fractures. *J Urol* 1982;128(1):25-26.
- (63) Burgess AR. External fixation in the multiply injured patient. *Instr Course Lect* 1990;39:229-232.
- (64) Burgess AR, EASTRIDGE BJ, Young JW et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma* 1990;30(7):848-856.
- (65) Webster GD, Ramon J. Repair of pelvic fracture posterior urethral defects using an elaborated perineal approach: experience with 74 cases. *J Urol* 1991;145(4):744-748.
- (66) Lowe MA, Mason JT, Luna GK, Maier RV, Copass MK, Berger RE. Risk factors for urethral injuries in men with traumatic pelvic fractures. *J Urol* 1988;140(3):506-507.
- (67) Routt ML, Jr., Simonian PT, Ballmer F. A rational approach to pelvic trauma. Resuscitation and early definitive stabilization. *Clin Orthop Relat Res* 1995;(318):61-74.
- (68) Cass AS, Godec CJ. Urethral injury due to external trauma. *Urology* 1978;11(6):607-611.
- (69) Cass AS. Diagnostic studies in bladder rupture. Indications and techniques. *Urol Clin North Am* 1989;16(2):267-273.
- (70) Thomae KR, Kilambi NK, Poole GV. Method of urinary diversion in nonurethral traumatic bladder injuries: retrospective analysis of 70 cases. *Am Surg* 1998;64(1):77-80.

- (71) Carroll PR, McAninch JW. Major bladder trauma: mechanisms of injury and a unified method of diagnosis and repair. *J Urol* 1984;132(2):254-257.
- (72) Burkhardt M, Nienaber U, Holstein JH et al. Trauma registry record linkage: methodological approach to benefit from complementary data using the example of the German Pelvic Injury Register and the TraumaRegister DGU((R)). *BMC Med Res Methodol* 2013;13:30.
- (73) Zink RA, Muller-Mattheis V, Oberneder R. [Results of the West German multicenter study "Urological traumatology"]. *Urologe A* 1990;29(5):243-250.
- (74) Cass AS, Luxenberg M, Gleich P, Smith C. Deaths from urologic injury due to external trauma. *J Trauma* 1987;27(3):319-321.
- (75) Fuhrman GM, Simmons GT, Davidson BS, Buerk CA. The single indication for cystography in blunt trauma. *Am Surg* 1993;59(6):335-337.
- (76) Wirth GJ, Peter R, Poletti PA, Iselin CE. Advances in the management of blunt traumatic bladder rupture: experience with 36 cases. *BJU Int* 2010;106(9):1344-1349.
- (77) Toth L, King KL, McGrath B, Balogh ZJ. Factors associated with Pelvic Fracture-Related Arterial Bleeding during Trauma Resuscitation: a Prospective Clinical Study. *J Orthop Trauma* 2013.
- (78) Hasankhani EG, Omid-Kashani F. Treatment outcomes of open pelvic fractures associated with extensive perineal injuries. *Clin Orthop Surg* 2013;5(4):263-268.
- (79) Kos S, Gutzeit A, Hoppe H, Liu DM, Jacob AL. Diagnosis and therapy of acute hemorrhage in patients with pelvic fractures. *Semin Musculoskelet Radiol* 2013;17(4):396-406.
- (80) Pizanis A, Pohlemann T, Burkhardt M, Aghayev E, Holstein JH. Emergency stabilization of the pelvic ring: Clinical comparison between three different techniques. *Injury* 2013;44(12):1760-1764.
- (81) Abrassart S, Stern R, Peter R. Unstable pelvic ring injury with hemodynamic instability: what seems the best procedure choice and sequence in the initial management? *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(2):175-182.
- (82) Lindahl J, Handolin L, Soderlund T, Porras M, Hirvensalo E. Angiographic embolization in the treatment of arterial pelvic hemorrhage: evaluation of prognostic mortality-related factors. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2013;39(1):57-63.
- (83) Metsemakers WJ, Vanderschot P, Jennes E, Nijs S, Heye S, Maleux G. Transcatheter embolotherapy after external surgical stabilization is a valuable treatment algorithm for patients with persistent haemorrhage from unstable pelvic fractures: outcomes of a single centre experience. *Injury* 2013;44(7):964-968.

- (84) Hauser CJ, Boffard K, Dutton R et al. Results of the CONTROL trial: efficacy and safety of recombinant activated Factor VII in the management of refractory traumatic hemorrhage. *J Trauma* 2010;69(3):489-500.
- (85) Shakur H, Roberts I, Bautista R et al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2010;376(9734):23-32.
- (86) Machtens S, Stief CG, Hagemann J et al. Management traumatischer Läsionen von Harnblase und Harnröhre. *Urologe B* 2000;40:560-570.
- (87) Elliott DS, Barrett DM. Long-term followup and evaluation of primary realignment of posterior urethral disruptions. *J Urol* 1997;157(3):814-816.
- (88) Asci R, Sarikaya S, Buyukalpelli R, Saylik A, Yilmaz AF, Yildiz S. Voiding and sexual dysfunctions after pelvic fracture urethral injuries treated with either initial cystostomy and delayed urethroplasty or immediate primary urethral realignment. *Scand J Urol Nephrol* 1999;33(4):228-233.
- (89) Culty T, Boccon-Gibod L. Anastomotic urethroplasty for posttraumatic urethral stricture: previous urethral manipulation has a negative impact on the final outcome. *J Urol* 2007;177(4):1374-1377.
- (90) Follis HW, Koch MO, McDougal WS. Immediate management of prostatomembranous urethral disruptions. *J Urol* 1992;147(5):1259-1262.
- (91) Herschorn S, Thijssen A, Radomski SB. The value of immediate or early catheterization of the traumatized posterior urethra. *J Urol* 1992;148(5):1428-1431.
- (92) Husmann DA, Wilson WT, Boone TB, Allen TD. Prostatomembranous urethral disruptions: management by suprapubic cystostomy and delayed urethroplasty. *J Urol* 1990;144(1):76-78.
- (93) Kotkin L, Koch MO. Morbidity associated with nonoperative management of extraperitoneal bladder injuries. *J Trauma* 1995;38(6):895-898.
- (94) Mouraviev VB, Coburn M, Santucci RA. The treatment of posterior urethral disruption associated with pelvic fractures: comparative experience of early realignment versus delayed urethroplasty. *J Urol* 2005;173(3):873-876.
- (95) Porter JR, Takayama TK, Defalco AJ. Traumatic posterior urethral injury and early realignment using magnetic urethral catheters. *J Urol* 1997;158(2):425-430.

6 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Ich, Jana Pretzer, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema:

Epidemiologie, Risikofaktoren und Ergebnisse der Leitlinien-konformen Therapie von Verletzungen des unteren Harntraktes bei Polytraumatisierten

selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe *Uniform Requirements for Manuscripts* (URM) des ICMJE [www.icmje.org]) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere **Gewinnung von Patientendaten** und deren **statistische Aufarbeitung**) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.

Datum

Unterschrift

7 LEBENSLAUF

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

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

8 DANKSAGUNG

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Dirk Stengel danke ich für die Überlassung des Themas und die Betreuung dieser Arbeit.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Wolfgang Diederichs, meinem Chef und Lehrer, danke ich vor allem für die allzeit wohlwollende und tatkräftige Förderung meines beruflichen und wissenschaftlichen Werdeganges.

Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. Axel Ekkernkamp für den langjährigen Rückhalt.

Für die liebevolle Unterstützung gilt mein herzlicher Dank meinem Ehemann Achim Maier.