

Redaktion

J. Steffens, Eschweiler
P. Breitling, Eschweiler

F. Schmidlin
Clinique d'Urologie, Département de Chirurgie, Hôpital Universitaire, Genève

Nierentrauma

Behandlungsstrategien und Operationsindikationen

Nierentraumen sind mit einer signifikanten Morbidität und Mortalität verbunden, die v. a. junge Patienten betreffen (80% der Patienten <40 Jahren). Weltweit wird die jährliche Anzahl von Nierenverletzungen auf 245.000 geschätzt und der Anteil von Nierenverletzungen an Traumapatienten beträgt zwischen 1,4–3,5%. Nierentraumen sind allerdings häufig (bis zu 90%) von Verletzungen des Abdomens, des Thorax oder der Extremitäten begleitet und es besteht eine direkte Korrelation zwischen dem Grad der Nierenverletzung und dem klinischen Allgemeinbild des Patienten [1].

Im europäischen Raum haben wir es mehrheitlich mit stumpfen Nierentraumen zu tun, wobei allerdings größere geographische Unterschiede bestehen (Anteil stumpfer Nierentraumen: Europa 97%, Südafrika 25–84%, Türkei 31%). Hauptursachen sind Verkehrsunfälle und Sportverletzungen [1, 2].

Verletzungsmechanismen

Die Nieren sind durch ihre retroperitoneale Lage dorsal von der Wirbelsäule und den Rückenmuskeln und ventral durch den Abdominalraum relativ gut geschützt. Deshalb ist eine große Krafteinwirkung nötig, um eine signifikante Nierenverletzung zu verursachen. Die umliegende mit Fettgewebe ausgekleidete Faszie (Gerota) erzeugt einen zusätzlichen Schutz, da Blutungen durch diese Faszie aufgehalten und durch Kompression zum Stillstand gebracht werden.

Anatomisch ist die Niere v. a. am Gefäßstiel und am Nierenbecken befestigt, weshalb Dezelerationstraumen v. a. an diesen Orten Verletzungen der Nierengefäß und des Nierenbeckens verursachen [3]. Wir unterscheiden folgende Verletzungsursachen:

- stumpfes Trauma: direkte Gewalteinwirkung auf die Niere;
- offenes Trauma: Stich- und Schusswunden;
- Dezelerationsverletzungen: Nierenhiliusverletzungen (Gefäßruptur, arterielle Thrombose).

Die Mehrzahl (>90%) der Nierenverletzungen betrifft allerdings das Nierenparenchym und die größere Nierenarterien. Beim stumpfen Bauchtrauma werden die Nieren durch die Rippen oder die Bauchwand getroffen und erfahren eine sekundäre Beschleunigung.

Die Verletzung entsteht aus einer Kombination von primärem Impakt und sekundärer Interaktion der Niere mit der Umgebung (Wirbelsäule, umliegende Organe etc). Experimentelle Studien haben gezeigt, dass Nierenverletzungen dabei aus einer Kombination von Biegungs- und Scherkräften entstehen, sobald eine kritische Toleranzgrenze überschritten wird. Die Niere erfährt mit zunehmender Impaktgeschwindigkeit eine erhöhte Verletzbarkeit, da sich die Toleranzgrenze des Nierengewebes gleichzeitig reduziert [3].

Stich- und Schusswunden unterscheiden sich im Schweregrad, ihrer Auswirkung auf die unmittelbare Umgebung, so-

wie der Wahrscheinlichkeit von Begleitverletzungen. Schusswunden mit langsamem Geschossen sind mit Stichwunden vergleichbar; der Eintrittsort ist dabei aussagekräftig, da bei a.-p.-Zugang ein größeres Risiko für Verletzungen an vitalen Organen (Leber, Milz) besteht [2].

Schussverletzungen werden primär durch einen direkten Gewebeschaden (permanent cavity) sowie sekundär durch eine Schädigung des umliegenden Gewebes (temporary cavity) verursacht. Hochenergetische Schussverletzungen (>350 m/s) führen allerdings zu einem weit größeren Verletzungsausmaß. Solche Verletzungen werden auch durch mitgebrachtes Fremdmaterial kontaminiert und sollten deshalb mit Antibiotika prophylaktisch abgeschirmt werden. Der genaue Verlauf von Schusswunden ist schwierig voraussehbar, da das Projektil im Körper abgelenkt werden kann – einer radiologischen Abklärung kommt deshalb in diesen Fällen eine große Bedeutung zu [2, 4].

Vorbestehende Nierenanomalien sind mit einer erhöhten Verletzbarkeit verbunden und werden bei Traumapatienten vermehrt vorgefunden (Erwachsene 19%, Kinder 35%). Dies betrifft in absteigender Häufigkeit: Hydronephrosen, Zysten, Nierentumoren und ektope Nieren [2, 3].

Klassifikation von Nierenverletzungen

Das heutzutage am meisten verwendete Klassifikationssystem der amerikanischen Gesellschaft für Traumachirurgie (AAST) teilt Nierenverletzungen in 5 Verletzungs-

Zusammenfassung · Abstract

Urologe [A] 2005 · 44:863–869
DOI 10.1007/s00120-005-0855-z
© Springer Medizin Verlag 2005

F. Schmidlin

Nierentrauma. Behandlungsstrategien und Operationsindikationen

Zusammenfassung

Nierenverletzungen werden meist durch stumpfe Krafteinwirkungen als Folge von Verkehrs- und Sportunfällen verursacht, die vorwiegend junge Patienten betreffen. Beim stabilen Patienten ist die Computertomographie (CT) die Standardabklärung, die beim stumpfen Trauma im Falle einer makroskopischen Hämaturie durchgeführt werden sollte. Beim offenen Trauma muss jede Form von Hämaturie sowie der alleinige klinische Verdacht aufgrund der Wundlokalisation radiologisch abgeklärt werden.

Nierenverletzungen werden in 5 Schwergrade eingeteilt und stellen in der Mehrheit leichte Verletzungsformen dar. Die Behandlung ist heutzutage meist konservativ. Absolute Operationsindikationen beste-

hen bei lebensbedrohender Blutung, Nierengefäßstielabrisse sowie bei einem expandierenden retroperitonealen Hämatom.

Große Parenchymdefekte mit Harnaustritt sowie begleitenden Abdominalverletzungen des Pankreas und des Kolons stellen relative Operationsindikationen dar. Chirurgische Revisionen werden häufiger bei offenen Verletzungen durchgeführt. Bei chirurgischer Revision ermöglicht die Kontrolle der Nierengefäße vor Eröffnung der Nierenloge eine signifikante Reduktion der Nephrektomierate.

Schlüsselwörter

Nierentrauma · Operationsindikationen · Konservative Behandlung

Renal trauma.

Treatment strategies and indications for surgical exploration

Abstract

Most renal injuries are blunt, involve a young patient population, and are caused by motor vehicle accidents or sport injuries. Renal trauma is classified into five grades with the majority of injuries being minor. CT scan has become the standard investigation method and should be performed in blunt trauma with macroscopic hematuria. Open trauma requires a radiological work-up in all forms of hematuria and in cases of clinical suspicion due to the wound entrance.

Treatment management of most injuries has become conservative. Absolute indications for surgical revision are persis-

tent life-threatening bleeding, renal pedicle injuries as well as an expanding, pulsatile retroperitoneal hematoma.

Indications become relative in the presence of large devitalized renal tissue with urinary extravasation and other abdominal injuries, particularly of the pancreas and the colon. Surgical revision is more often indicated in open trauma, but surgery should enable renal reconstruction in the majority of cases.

Keywords

Renal trauma · Surgery · Conservative management

grade ein (► Tabelle 1). Diese Klassifikation wurde 2001 anhand einer retrospektiven Studie an 2467 Patienten (level 3 evidence) in ihrer klinischen Aussagekraft bestätigt [2, 5, 6].

Die AAST-Klassifikation erlaubt eine genaue Beschreibung der Verletzungen und liefert die Grundlage der Behandlungsstrategie [2]. Häufig werden Grad-V-Verletzungen missbräuchlich als Grad-IV-Verletzungen klassifiziert. Grad-V-Verletzungen entsprechen einer massiven Zerstörung der Gefäß und Parenchymstruktur und müssen von multiplen Nierenparenchymlazerationen (Grad IV) getrennt werden. Letztere haben eine signifikant bessere Langzeitprognose. Künftige Verbesserungen in der radiologischen Diagnostik (Extravasation, quantitative Messung des Hämatoms und des zerstörten Nierengewebes) werden in Zukunft weitere Anpassungen dieser Klassifikation erfordern [2].

In der Mehrheit handelt es sich bei Nierenverletzungen um leichte Verletzungen (Grad I-II); lediglich 4–25% der stumpfen Nierentraumen müssen als schwer bezeichnet werden. Beim offenen Trauma ist der Anteil von schweren Verletzungsgraden (Grad III-V) mit 27–68% der Fälle deutlich höher [6].

Behandlungsstrategie bei Nierenverletzungen

Die Evaluation von Nierenverletzungen erfolgt nach einer Gesamtevaluation des Traumapatienten. Initial muss dabei die hämodynamische Stabilität des Patienten abgeklärt und sichergestellt werden.

Der Unfallhergang (Impaktenergie, Dezelerationstrauma) kann wertvolle Informationen für die Beurteilung des Traumas liefern und die klinische Untersuchung ermöglicht ein rechtzeitiges Erfassen von äußereren Traumazeichen (Hautschürfungen, Hämatome, Rippenverletzungen sowie Ein- und Austrittsort offener Verletzungen). Informationen über den Blutdruck, die Herz- und Atmungsfrequenz am Unfallort und bei Spitäleintritt helfen, den Blutverlust abzuschätzen. Ausnahmen sind pädiatrische Patienten, bei denen der Blutdruckabfall eine späte Manifestation von Blutverlust darstellt. In ► Abb. 1 ist die Strategie für die Abklärung und Behandlung von stumpfen und offenen Traumen zusammengestellt [2, 6].

Hier steht eine Anzeige.



Tabelle 1

Klassifikation des Nierentrauma (AAST)

Grad	Typ	Beschreibung
I	• Kontusion	Mikro-, Makrohämaturie
	• Hämatom	Subkapsulär ohne Parenchymlazeration
II	• Hämatom	Nicht expandierendes perirenales Hämatom
	• Lazeration	<1 cm Parenchymlazeration ohne Urinextravasation
III	Lazeration	1 cm Parenchymlazeration ohne Urinextravasation
IV	• Lazeration	Tiefe Parenchymlazeration mit Eröffnung des Harnwegssystems
	• Gefäßläsion	Arterien-/Venenverletzung mit stabilisierter Blutung
V	• Lazeration	Vollständig zerstörtes Nierenparenchym
	• Gefäßläsion	Nierengefäßstielverletzung mit devaskularisierter Niere

Tabelle 2

Operationsindikationen beim Nierentrauma

Absolut

- 1 Persistierende, lebensbedrohende Nierenblutung
- 2 Nierengefäßstielabriß
- 3 Expandierendes, pulsierendes retroperitoneales Hämatom

Relativ

- 1 Größere Nierenbeckenläsion
- 2 Begleitende Pankreas-, Darmverletzungen
- 3 Persistierendes Urinom, perirenal Abszess
- 4 Pathologische peroperative „One-shot-Urographie“
- 5 Devaskularisiertes Nierengewebe mit Urinextravasat
- 6 Nierenarterienthrombose (beidseitig, Einzelniere, erhaltene Nierendurchblutung)
- 7 Vaskuläre Blutungen, die nicht angiographisch kontrollierbar sind
- 8 Renovaskuläre Hypertension

Urinuntersuchung

Das Harnsediment unmittelbar nach dem Trauma ist von großer Bedeutung. Eine Hämaturie ist – meist vorübergehend – in 80–94% der Fälle vorhanden, steht aber in keiner direkten Korrelation zum Schweregrad der Verletzung. Sie kann im Fall von Nierengefäßverletzungen und offenen Verletzungen vollständig fehlen. Beim stumpfen Nierentrauma mit mikroskopischer Hämaturie und ohne Blutdruckinstabilitäten (systolischer Blutdruck <90 mmHg) sind schwere Verletzungen selten (0,2%).

Da bei Kindern der Blutdruck wenig Aussagekraft besitzt, muss bei einem Urinsediment mit >50 RBK/Feld radiologisch ein Nierentrauma ausgeschlossen werden. Beim offenen Trauma ist jegliche Form von Hämaturie in 50% der Fälle mit schweren Nierenverletzungen (Grad III–V) verbunden [7].

Radiologische Abklärungen

Beim stumpfen Nierentrauma müssen radiologische Abklärungen im Fall von Makrohämaturie, Mikrohämaturie verbunden mit Blutdruckinstabilitäten sowie Dezelerationstraumen durchgeführt werden [2, 6, 7]. Bei offenem Trauma genügt jede Form von Hämaturie oder der klinische Verdacht aufgrund der Ein-/Austrittsstelle der Verletzung.

Computertomographie

Die kontrastmittelunterstützte Computertomographie (CT) des Abdomens ist heute die Standarduntersuchung bei Abklärungen von Nierentraumen [2, 6, 7]. Sie erlaubt eine präzise Diagnose von Nierenverletzungen (Gefäßextravasation, devaskularisiertes Nierengewebe, Urinextravasation, Hämatom) sowie abdominaler Begleitverletzungen. Gefäßverletzungen werden unmittelbar nach Kontrastmittelinkjektion er-

fasst; für Verletzungen des Hohlsystems (Nierenbeckens, Ureter) müssen zusätzliche Aufnahmen nach 5–20 min durchgeführt werden [2]. Das CT hat heute die Urographie und die Arteriographie als initiale radiologische Abklärung abgelöst.

Hämodynamisch instabile Patienten können nicht mit einem CT abgeklärt werden. In diesen Fällen kann das „One shot IVP“ (Bolus von 2 ml/kg Kontrastmittel gefolgt von einem abdominalen Röntgenbild nach 10 min) beim Erfassen von Nierenverletzungen helfen oder zumindest das Vorhandensein einer normal funktionierenden kontralateralen Niere bestätigen [6].

Ultraschall

Der abdominale Ultraschall besitzt in der Initialabklärung eine deutlich geringere Aussagekraft kann aber in geübten Händen wesentliche Informationen als Screeningtest liefern (negativ prädiktiver Wert: 96%). Der Ultraschall hat v. a. seinen Platz in der Diagnose und Überwachung von abdominalen Flüssigkeitsansammlungen sowie posttraumatischen Obstruktionen des Harntraktes [2].

Urographie

Die Urographie ist eine akzeptable Untersuchung falls kein CT vorhanden ist. Im stumpfen Trauma kann sie Verletzungen in 65–95% der Fälle darstellen. Im Fall von Stichverletzungen beträgt ihre diagnostische Präzision 96%; im Fall von Schusswunden hat diese Untersuchung keinen Platz [2, 6].

Nierenarteriographie

Die Nierenarteriographie sollte nur bei Verdacht von Gefäßverletzungen durchgeführt werden, die minimal-invasiv behandelt werden können. Sie ermöglicht das endoskopische Einsetzen eines vaskulären Stents bei Nierenarterienthrombosen sowie die selektive Embolisation von lokalisierten Blutungen [2, 6, 8].

Kernspintomographie

Das MRT erlaubt eine exzellente Darstellung der Nierenanatomie, hat aber in der initialen Abklärung von Traumapatienten keinen Platz [2].

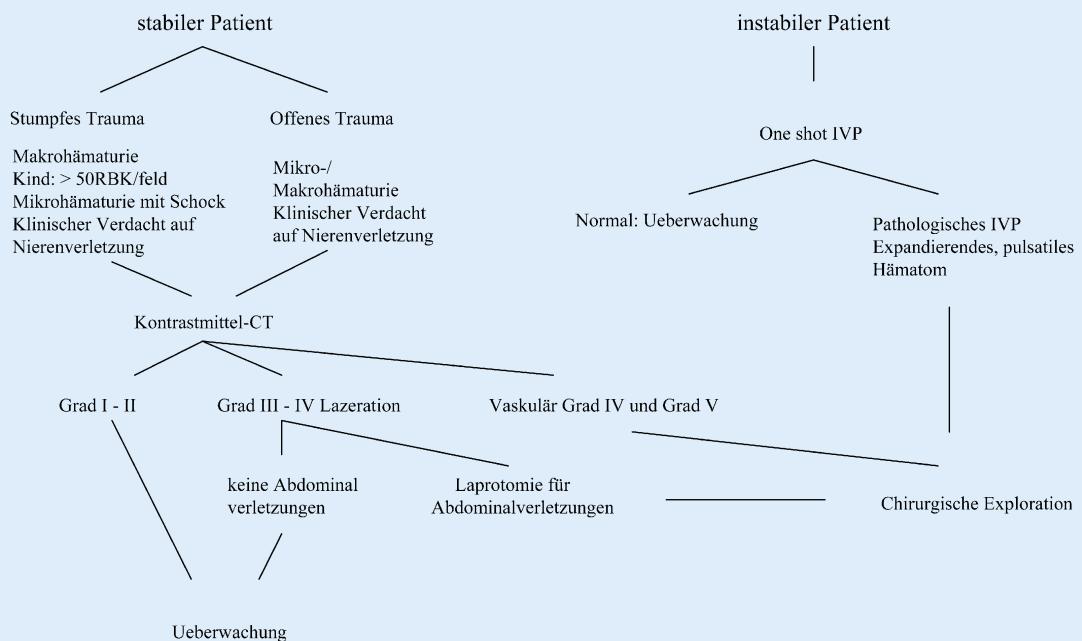


Abb. 1 **Behandlungsstrategie beim Nierentrauma**

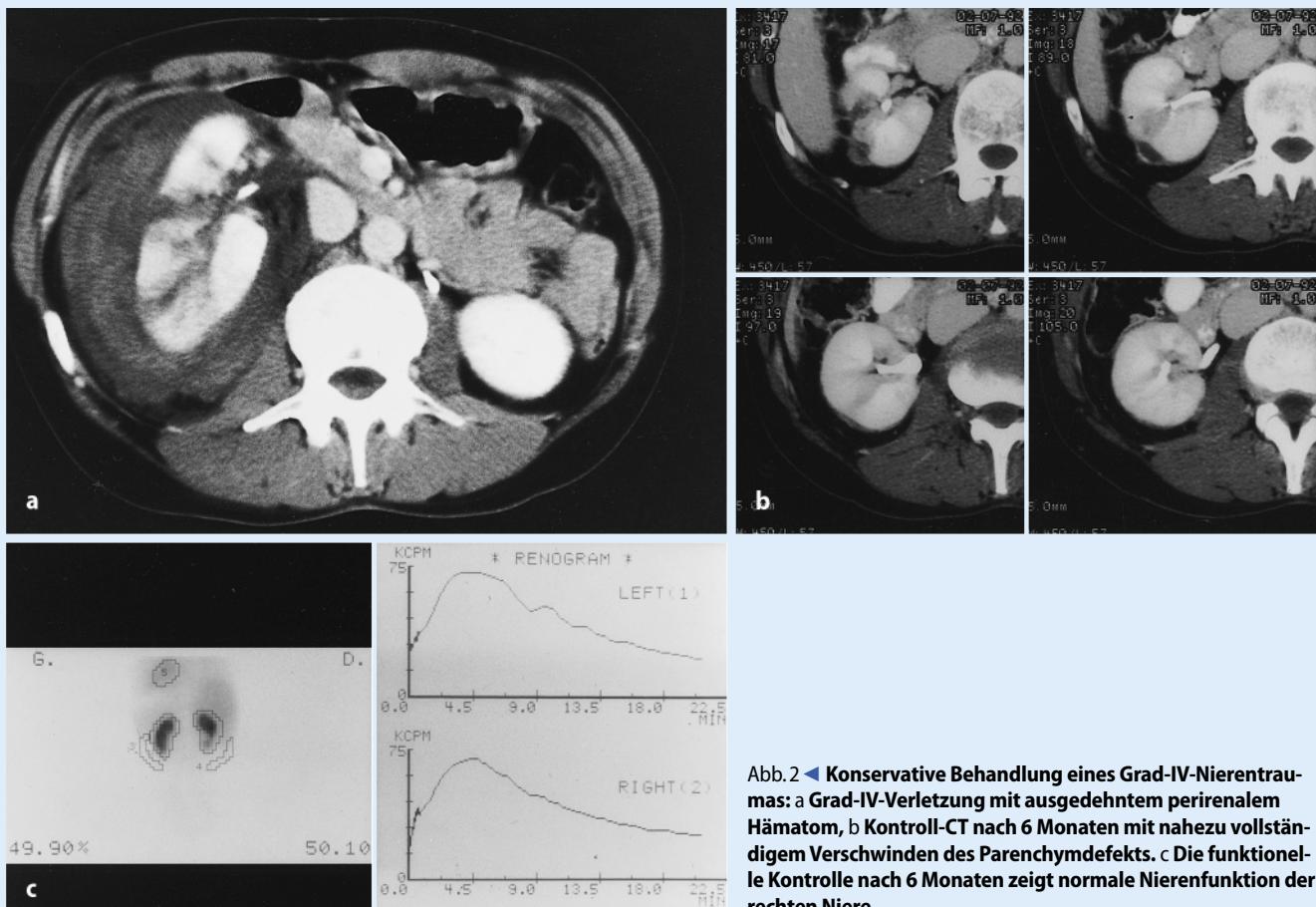


Abb. 2 **Konservative Behandlung eines Grad-IV-Nierentraumas: a Grad-IV-Verletzung mit ausgedehntem perirenalem Hämatom, b Kontroll-CT nach 6 Monaten mit nahezu vollständigem Verschwinden des Parenchymdefekts. c Die funktionelle Kontrolle nach 6 Monaten zeigt normale Nierenfunktion der rechten Niere**

Behandlung von Nierenverletzungen

Heutzutage wird der Großteil der Nierentrauma konservativ behandelt und **Abb. 1** zeigt die allgemein gültigen Ab-

klärungsrichtlinien für stumpfe und offene Nierenverletzungen [2, 6, 9, 10, 11, 12]. Dies beinhaltet eine regelmäßige hämodynamische Überwachung (Blutdruck, Hämatokrit, Bauchsymptomatik), Immobilisation des Patienten bis zum Sis-

tieren der Makrohämaturie und radiologische Kontrolle des klinischen Verlaufs (**Abb. 2**).

Die Indikationen für eine radiologische Nachkontrolle sind zzt. nicht standardisiert. In der Regel wird ein Kontroll-

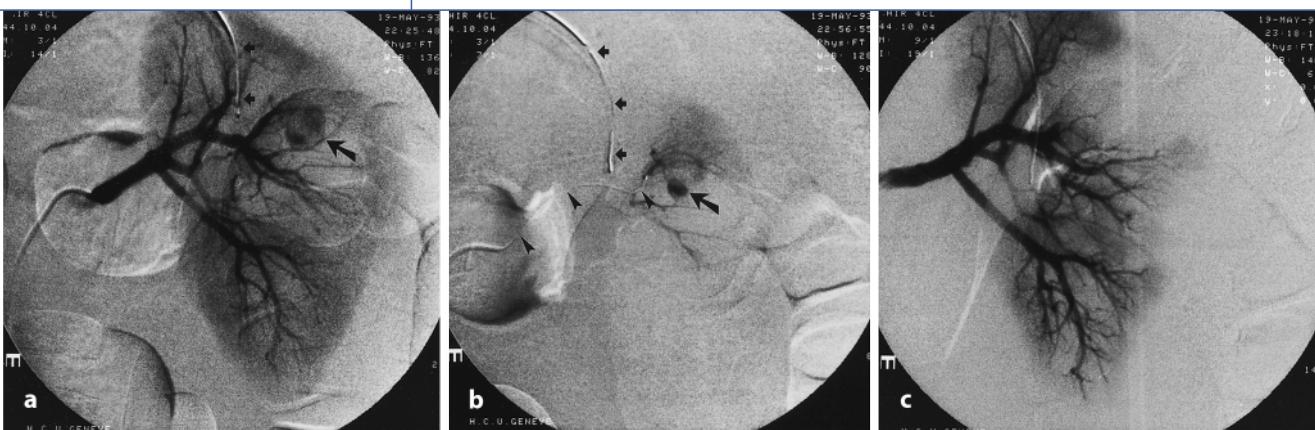


Abb. 3 ▲ Selektive arterielle Nierenembolisation: a Nierenarteriographie vor Embolisation mit lokalisierter Blutung (großer Pfeil). Katheter mit kleinem Pfeil markiert. b Selektive Kontrolle der zuführenden Arterie vor Embolisation. c Kontrollarteriographie nach Embolisation zeigt minimalen Parenchymverlust

CT 36–48 h nach der Erstevaluation bei Grad-IV- und -V-Verletzungen empfohlen [2]. Der Nutzen von radiologischen Nachkontrollen bei Grad-I- bis -III-Verletzungen ist zzt. nicht erbracht. In allgemeiner Übereinstimmung wird jedoch eine radiologische Kontrolle bei Fieber, Flankenschmerz sowie persistierender oder rezidivierender Hämaturie empfohlen.

Die Möglichkeit der selektiven arteriellen Embolisation von lokalisierten Nierenblutungen hat durch zunehmenden Verzicht auf operative Revision an Bedeutung gewonnen (Abb. 3). Die Technik besitzt eine Erfolgsrate von 70–80% und kann in geübten Händen einen minimalen Gewebeverlust (10%) garantieren [2, 8].

Indikationen für die operative Versorgung

Absolute Operationsindikationen

Es bestehen wenige absolute Operationsindikationen bei Nierenverletzungen [2, 6]. Dazu gehören eine unkontrollierte, lebensbedrohende Blutung, Verdacht auf Nierengefäßstielverletzungen (beidseitige Nierenverletzungen sowie Verletzungen von Einzelnieren) und expandierende pulsierende Retroperitonealhämatome. Beim offenen Trauma wird bei allen Verletzungen mit größeren Hämatomen oder Nierenparenchymverlusten eine chirurgische Revision empfohlen (Tabelle 2).

Relative Operationsindikationen

Die Behandlung eines peroperativ vorgefundenen, nicht pulsierenden Hämatoms ist weiterhin kontrovers. Hat eine präope-

rative Bildgebung eine konservativ zu behandelnde Nierenverletzung gezeigt, ist ein nicht operatives Vorgehen vertretbar; bei Unklarheiten sollte eine chirurgische Revision durchgeführt werden.

Nierenverletzungen mit Urinextravasation heilen unter konservativer Behandlung in 76–87% der Fälle spontan und benötigen keinen operativen Eingriff. Handelt es sich um eine Nierenverletzung mit einem großen Ausmaß von devaskularisiertem Gewebe oder besteht gleichzeitig eine Pankreas- oder Darmverletzung, ist die Komplikationsrate nach konservativer Behandlung erhöht und die Operationsindikation muss großzügig gestellt werden [9, 11].

Bei der technischen Durchführung des Eingriffs muss darauf geachtet werden, die Nierenverletzung von der intraabdominalen Verletzung mittels eines Omentumlappens zu trennen und gleichzeitig eine effiziente Drainage der Nierenloge zu sichern.

Beim kreislaufstabilen Patienten mit offener Nierenverletzung ist eine konservative Behandlung möglich. Verletzungen mit massivem Harnaustritt, einem großen Anteil von devitalisiertem Gewebe oder einer Obstruktion der höheren Harnwege sollten allerdings chirurgisch revidiert werden. Im Fall von hochenergetischen Schusswunden ist die Indikation zur chirurgischen Exploration ebenfalls großzügig zu setzen. Offene Nierenverletzungen mit Grad-III- und -IV-Verletzungen entwickeln bei konservativer Behandlung in bis zu 25% der Fälle sekundäre Blutungen [6]. Bei gleichzeitiger Laparotomie für Begleit-

verletzungen sollte in diesen Fällen eine chirurgische Revision erfolgen.

Operationstechnik

Im Falle eines operativen Eingriffs sollte ein transperitonealer Zugang (mediane Laparotomie) gewählt werden, der gleichzeitig die Inspektion des gesamten Abdominalraums ermöglicht. Ob eine Nierenverletzung eine Nephrektomie erfordert, hängt v. a. vom Allgemeinzustand des Patienten ab. Bei Schockpatienten mit multiplen Begleitverletzungen stehen lebensrettende Maßnahmen im Vordergrund und die Nephrektomie ist in diesen Fällen oft die effizienteste Methode der Blutstillung [6]. Im Falle eines großen Hämatoms im Bereich der Nierengefäß ist eine Gefäßkontrolle vor Eröffnung des retroperitonealen Raums notwendig, weil die Nephrektomierate damit von 50% auf 18% gesenkt werden kann [2].

Die operative Versorgung von Nierenverletzungen erfordert die Exzision von devitalisiertem Gewebe, die Ligatur von arteriellen Verletzungen, den Verschluss des eröffneten Harnwegs und des Nierenparenchymdefekts. Verletzungen des Nierenpols können durch eine partielle Nephrektomie kontrolliert werden, während Verletzungen im mittleren Nierendrittel durch eine Renorrhaphie korrigiert werden sollten. Verlust von Nierenparenchym kann durch die Naht der Nierenkapsel gedeckt werden. Größere Defekte können mit einer Omentumplastik oder mittels Polyglykolic-Meshs überdeckt werden.

Nierengefäßverletzungen

Verletzungen des Nierenhilus (Arterie oder Vene) sind selten (2,5–4,0%) und finden sich häufig beim schwerverletzten Patienten. Im Fall von offenen Verletzungen steigt diese Zahl auf 16% [6]. Die Diagnose ist oft schwierig, da wenig spezifische klinische Zeichen bestehen. Verletzungen der Nierenarterie können ohne Ruptur der Arterie entstehen, sind oft ohne signifikante Hämatombildung und können selbst peroperativ in bis zu 25% der Fälle nicht diagnostiziert werden. Operative Revision ist nur bei Verletzungen der großen Nierenarterie sinnvoll und hat dann auch nur Erfolgsraten zwischen 25–60% [2, 13, 14].

Eine operative Korrektur muss unbedingt beim Vorliegen einer Einzelniere oder bei bilateralen Verletzungen versucht werden. Nach einer warmen Ischämiezeit von >2 h verbleibt meistens eine bleibende Ischämieschädigung, weshalb von verschiedenen Autoren eine Nephrektomie vorgezogen wird. Eine offene Nierenvene kann die Toleranz warmer Ischämie erhöhen. Verletzungen an der Vene sind am Häufigsten bei offenen Traumen zu finden und können dort gut operativ versorgt werden; eine radiologische Diagnose ist allerdings oft schwierig.

Arterielle Nierenarterienthrombosen erfordern eine Exzision des Thrombus und der geschädigten Intima. End-zu-End-Anastomosen oder die Interposition mit Venen oder Prothesenmaterial werden zur Rekonstruktion angewandt. Die Autotransplantation kann in seltenen Fällen eine Alternative darstellen. Erfahrung mit dem endoskopischen Management von Nierenarterienverletzungen ist erfolgsversprechend, aber zzt. noch auf Einzelfälle ohne Langzeitergebnisse beschränkt [14].

Nierenvenenverletzungen auf der linken Seite in der Nähe der V. cava können mit einer Ligatur kontrolliert werden, da genügend Kollateralvenen bestehen. Auf der rechten Seite ist eine Reparatur der Nierenvene notwendig [2].

Komplikationen und Langzeitresultate

Ein posttraumatischer Harnaustritt heilt spontan in 80–90% der Fälle: Urinome sind meist asymptomatisch und können

in der Regel endoskopisch (perkutan oder retrograd) erfolgreich behandelt werden [6, 11, 15]. Sekundärblutungen sind mögliche Komplikationen, deren Ursache meistens in einer AV-Fistel oder einem Pseudoaneurisma zu finden ist und die erfolgreich durch selektive arterielle Embolisierung behandelt werden können.

Eine posttraumatische Hypertonie wird in 5% (0,6–33,0%) der Fälle beobachtet und kann bereits nach Wochen, jedoch auch nach Jahrzehnten auftreten. Besonders gefährdet sind vaskuläre Nierengefäßverletzungen oder Grad-IV- bis -V-Verletzungen, weshalb in diesen Fällen eine Nachkontrolle während mehrerer Jahre durchgeführt werden sollte. Die posttraumatische Hypertonie wird meistens effizient durch eine Nephrektomie behandelt [2, 6, 14].

Es existieren wenige Daten, die den Einfluss von Nierenverletzungen besonders nach konservativer Behandlung auf die Nierenfunktion evaluieren. Experimentelle Daten weisen aber darauf hin, dass ein Sechstel der Nierenmasse vorhanden sein muss, um eine hyperfiltrationsinduzierte Niereninsuffizienz zu vermeiden.

Fazit für die Praxis

Fortschritte in der bildgebenden Diagnostik und die Analyse jahrzehntelanger klinischer Erfahrung haben es ermöglicht Nierenverletzungen zu klassifizieren und verschiedene Behandlungsstrategien zu vergleichen. Diese Arbeiten haben gezeigt, dass die Mehrheit von Nierenverletzungen konservativ behandelt werden kann und heutzutage nicht zuletzt auch wegen der Entwicklung von nichtinvasiven Techniken (selektive arterielle Embolisation, endoskopische Drainage) in wenigen Fällen eine Operationsindikation bestehen.

Ein besseres Verständnis der Verletzungsmechanismen wird uns in der Zukunft eine bessere Unfallprävention ermöglichen und weitere Fortschritte in der bildgebenden Diagnostik werden die Behandlungsstrategien weiterhin differenzieren.

Korrespondierender Autor

Dr. F. Schmidlin

Clinique d'Urologie, Département de Chirurgie, Hôpital Universitaire, 24 Rue Micheli-du-Crest, CH-1211 Genève 14, Schweiz
E-Mail: f.schmidlin@bluewin.ch

Interessenkonflikt: Keine Angaben

Literatur

1. Wessels H, Suh D, Porter JR (2003) Renal injury and operative management in the United States: results of a population-based study. *J Trauma* 54: 423–430
2. Santucci RA, Wessells H, Bartsch G et al. (2004) Evaluation and management of renal injuries: consensus statement of the renal trauma subcommittee. *BJU Int* 93: 937–945
3. Schmidlin F, Schmid P, Kurtyka T et al. (1996) Force transmission and stress distribution in a computer-simulated model of the kidney: an analysis of the injury mechanisms in renal trauma. *J Trauma* 40: 791–798
4. Armenakas NA, Duckett CP, McAninch JW (1999) Indications for nonoperative management of renal stab wounds. *J Urol* 161: 768–771
5. Moore EE, Shackford SR, Pachter HL et al. (1989) Organ injury scaling: spleen, liver, and kidney. *J Trauma* 29: 1664–1666
6. Heyns CF (2004) Renal trauma: indications for imaging and surgical exploration. *BJU Int* 93: 1165–1170
7. Santucci RA, McAninch JW (2000) Diagnosis and management of renal trauma: past, present and future. *J Am Coll Surg* 191: 443–451
8. Kantor A, Sclafani SJ, Scalea T et al. (1989) The role of interventional radiology in the management of genitourinary trauma. *Urol Clin North Am* 16: 255–265
9. Husmann DA, Gilling PJ, Perry MO et al. (1993) Major renal lacerations with a devitalized fragment following blunt renal trauma: a comparison between nonoperative management versus surgical management. *J Urol* 150: 1774–1777
10. Heyns CF, Van Vollenhoven P (1992) Selective surgical management of renal stab wounds. *Br J Urol* 69: 351–357
11. Wessells H, McAninch JW (1996) Effect of colon injury on the management of simultaneous renal trauma. *J Urol* 155: 1852–1856
12. Pergo KL, Little DC, Kirkpatrick AK (2001) Conservative nonoperative management of Grade 5 blunt renal trauma. *J Urol* 165: 14
13. Haas CA, Dinchman KH, Nasrallah PF et al. (1998) Traumatic renal artery occlusion: a 15-year review. *J Trauma* 45: 557–561
14. Villas PA, Cohen G, Putnam SG et al. (1999) Wallstent placement in a renal artery after blunt abdominal trauma. *J Trauma* 47: 169–172
15. Husman DA, Morris JS (1990) Attempted nonoperative management of blunt renal lacerations extending through the corticomedullary junction: the short-term and long-term sequelae. *J Urol* 143: 682–684