

DISKUSSIONSVERSION\* DER

**LEITLINIEN  
ZU  
DIAGNOSTIK, THERAPIE UND METAPHYLAXE  
DER UROLITHIASIS**

des Arbeitskreises „Harnsteine“  
der Akademie der Deutschen Urologen

und dem Arbeitskreis „Endourologie und Steinerkrankung“  
der Österreichischen Gesellschaft für Urologie“

**in Zusammenarbeit mit**  
der „Sektion Laparoskopie und Endoskopie“ des Arbeitskreises „Operative  
Techniken“,  
der Akademie der Deutschen Urologen  
und  
der „Deutschen Gesellschaft für Stoßwellen-Lithotripsie e.V.“

**Zu konsentieren mit**  
den Arbeitskreisen „Bildgebende Systeme“, Infektiologie“, „Kinderurologie“,  
„Labordiagnostik“, „Rehabilitation urologischer und nephrologischer  
Erkrankungen“, „Schmerztherapie und supportive Therapie“, „Prävention-  
Umwelt und Komplementärmedizin“ der Akademie der Deutschen Urologen  
(Urologische Schnittstellen)  
Kinderurologie, Endokrinologen, Nephrologen, Pädiater/pädiatrische  
Nephrologen (nichturologische Schnittstellen-Fachgesellschaften)  
Radiologen, Labormedizin (Querschnittsfächer)  
Bund Deutscher Urologen (Berufsverband)  
etc.

\*Anmerkungen zur Diskussionsversion

- Die **Numerierung der Literaturzitate im Text ist leider noch nicht korrekt** (aufgrund der Zusammenführung verschiedener Textteile)
  - **Gelb** markierte Bereiche bedürfen aus unserer Sicht noch der Klärung
  - **Magenta** markierte Stellen sind durch weitere Literaturrecherchen weiter zu belegen
  - Es handelt sich um die Version die mit weiteren Fachgruppen konsentiert werden soll
  - Alle konstruktiven Kritikpunkte und Hinweise sind willkommen; **dabei würden wir uns freuen, wenn wir auf Fehler hingewiesen werden zu erfahren, wie es „richtig“ zu formulieren ist.** Dabei ist zu beachten, dass der Text allgemein konsensfähig sein muss!
-

## PRÄAMBEL

Weltweit nimmt in den westlich geprägten Industrienationen die Häufigkeit der Harnsteinerkrankungen zu. Nach einer bundesweiten Erhebung [80] liegt die derzeitige Prävalenzrate der Urolithiasis in Deutschland bei 4,7%. Die Zahl der Neuerkrankungen (Inzidenz) verdreifachte sich in den letzten 10 Jahren von 0,54% auf 1,47%. Vielfältige Gründe sind hierfür verantwortlich: die veränderten Lebensgewohnheiten, moderne Ernährungsgewohnheiten, aber auch die verbesserte medizinische Grundversorgung. Hierzu zählt die allgemeine Verfügbarkeit des Ultraschalls in der Routine der Harnsteindiagnostik wie auch der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie (ESWL) und der endourologischen Techniken in der Harnsteintherapie. Trotzdem müssen wir bei rund 50% der Patienten mit mindestens einem Steinrezidiv rechnen, bei 10 - 20% der Patienten sogar mit 3 oder mehr [79;194]. Bei genetisch determinierten Stoffwechselstörungen, die zur Nephrocalcinose oder Nephrolithiasis führen, wird auch heute noch die Diagnose nicht selten erst bei der Ursachenabklärung einer terminalen Niereninsuffizienz gestellt [82].

Die vorliegende Leitlinie soll sowohl den klinischen als auch den praktischen Erfordernissen im urologischen Alltag gerecht werden. Zur Sicherstellung einer hohen Akzeptanz wurden nur Maßnahmen berücksichtigt, welche in der Tagesroutine problemlos durchgeführt werden können.

Folgende Zielsetzung hatte sich der Arbeitskreis Harnsteine gestellt:

- Definition eines Qualitätsstandards, mit zielgerichteter und effektiver Nutzung der vorhandenen diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten.
- Umsetzbarkeit der Empfehlungen im Klinik- und Praxisalltag. Die Leitlinie sollte nicht das maximal Mögliche nach aktuellem wissenschaftlichem Kenntnisstand beinhalten, sondern die allgemein geforderte Qualität der Diagnostik und Therapie mit möglichst effektiver Nutzung der Ressourcen aufzeigen.

- Leitlinienempfehlung in Algorithmen zu packen und damit die praktische Umsetzung in der Alltagsroutine deutlich zu erleichtern.
- Keine Stellungnahme abzugeben, ob die empfohlene Maßnahme unter stationären oder ambulanten Bedingungen stattfinden sollte.

Die getroffenen Aussagen gründen sich auf einer umfassenden Literaturrecherche, die nach evidence-based-medicine-Kriterien (EBM) kategorisiert wurden. Wegen unzureichender Literaturevidenz war es in einigen Fällen unvermeidlich, Empfehlungen in die Leitlinie aufzunehmen, die ausschließlich die General Accepted Opinion bzw die Meinung der Expertengruppe reflektieren.

## ENTWICKLUNG DER LEITLINIEN

Die erste Harnsteinleitlinie in Deutschland wurde 1997 publiziert. Ende 2003 begann der Arbeitskreis Harnsteine mit der Novellierung der Leitlinie unter der Zielsetzung einer Evidenz-basierten S3-Leitlinie. Anhand von systematischen Literaturrecherchen und mehrerer Konsensuskonferenzen wurde der aktuelle Wissensstand auf dem Gebiet der Harnsteindiagnostik und -therapie definiert. Die Klassifizierung der Evidenzgrade erfolgte nach den Kriterien des „Oxford Centre of Evidence Based Medicine (2001)“

**Klassifizierung der Evidenzgrade** nach Oxford Centre of Evidence Based Medicine (2001)

Grad	Studien zu Therapie/ Prävention / Ätiologie
1a	Systematische Übersicht über randomisierte kontrollierte Studien (RCT)
1b	Eine RCT (mit engem Konfidenzintervall)
1c	Alle-oder-Keiner-Prinzip
2a	Systematische Übersicht gut geplanter Kohortenstudien
2b	Eine gut geplante Kohortenstudie oder ein RCT minderer Qualität
2c	Outcome-Studien, Ökologische Studien
3a	Systematische Übersicht über Fall-Kontrollstudien
3b	Eine Fall-Kontroll-Studie
4	Fallserien oder Kohorten- / Fall-Kontroll-studien minderer Qualität
5	Expertenmeinung ohne explizite Bewertung der Evidenz oder basierend auf physiologischen Modellen / Laborforschung

Die Evidenzgrade zu den Einzelmaßnahmen sind der jeweiligen Literaturangabe hinzugefügt. im Kapitel „Metaphylaxe“ wurde zusätzlich eine Therapie-Rationale formuliert.

Um den Erfordernissen einer S3-Leitlinie gerecht zu werden, erfolgt eine fachübergreifende Konsentierung.

### LEITLINENGRUPPE

Die Bearbeitung der spezifischen Themenkomplexe erfolgte in zwei Kernkompetenzgruppen:

#### Harnstein-Diagnostik und -Therapie

K.U. Köhrmann (Koordinator, Mannheim)

D. Fahlenkamp (Neuruppin), V. Janitzky (Pirna), T. Knoll (Mannheim), S. Lebentrau (Neuruppin), S. Öhlschläger (Dresden), C. Türk (Wien), J. Rassweiler (Heilbronn), Ch. Chaussy (München), G. Haupt (Speyer), D. Jocham (Lübeck), R. Hofmann (Marburg), D. Neisius (Trier), D. Wilbert (Uznach)

### **Metabolische Harnsteinabklärung und Harnsteinmetaphylaxe**

M. Straub (Koordinator, Ulm)

W. Berg (Jena), A. Hesse (Bonn), S. Lahme (Pforzheim), N. Laube (Bonn), M. Schmidt (Bonn), W.L. Strohmaier (Coburg), B. Hoppe (Köln)

Die Gesamtleitlinie wurde durch alle Mitarbeiter mitgestaltet und verabschiedet.

# GLIEDERUNG

Präambel.....	2
Entwicklung der Leitlinien.....	4
1 Diagnostik des Harnsteines.....	10
1.1 Grundsätzliches.....	10
1.2 Klinische Diagnostik.....	10
1.2.1 Anamnese.....	10
1.2.2 Körperliche Untersuchung.....	11
1.2.3 Labor.....	11
1.3 Bildgebung.....	12
1.3.1 Zielsetzung.....	12
1.3.2 Standardbildgebung.....	12
1.3.3 Ergänzende Untersuchungen.....	15
Literatur.....	16
2 Indikation zur Harnsteintherapie und Verfahrens-Auswahl.....	20
2.1 Grundsätzliches:.....	20
2.2 Spontangangang von Harnsteinen in Niere oder Harnleiter.....	21
2.3 Nierensteine.....	22
2.3.1 Steine in Nierenbecken sowie in mittlerer/oberer Kelchgruppe...	22
2.3.2 Unterkelchsteine.....	23
2.3.3 Ausguss-Steine.....	25
2.3.4 Divertikel-Steine.....	28
2.3.5 Intraparenchymatöse Steine.....	29
2.3.6 Asymptomatische Kelchsteine.....	29
2.4 Differential-Indikationen bei Nierensteinen.....	29
2.5 Harnleitersteine.....	30
<i>Algorithmus 7</i> .....	30
2.5.1 Grundsätzliches.....	30
2.5.2 Proximale Harnleitersteine.....	30
2.5.3 Mittlerer Harnleiterstein.....	32
2.5.4 Distaler Harnleiterstein.....	32
2.5.5 Harnblasenstein.....	34
Literatur.....	34
3 Spezielle Steinsituationen.....	36
3.1 Infektsteine.....	36
3.1.1 Besonderheiten.....	36
3.1.2 Therapie.....	36
Literatur.....	36
3.2 Harnsäuresteine.....	37
3.3 Steine bei Schwangeren.....	38
3.4 Harnsteine bei Kindern.....	39
3.4.1 Endourologische Therapieverfahren:.....	40
3.4.2 Offene Operation.....	41
3.4.3 Steinanalyse.....	41
Literatur.....	41
3.5 Steine bei Spendern bzw. Empfängern von Transplantatnieren.....	42
3.5.1 Evaluierung des Harnsteinrisikos vor der Transplantation.....	43
3.5.2 Schutz des Lebendspenders mit Urolithiasis.....	43
3.5.3 Obligate Diagnostik bei geplanter Lebendspende eines Harnsteinbildners.....	44

3.5.4	Harnsteinmanagement in Transplantatnieren .....	45
3.5.5	Harnsteinmetaphylaxe bei Transplantatnieren .....	46
	Literatur .....	47
3.6	Nephrocalcinose .....	48
3.7	Steine bei angeborenen und erworbenen Harntraktanomalien .....	49
3.7.1	Ektope Nieren (Beckennieren) .....	49
3.7.2	Hufeisenniere .....	50
3.7.3	Harnableitung .....	50
4	Verfahren der Harnsteintherapie .....	53
4.1	Spontanabgang begleiten .....	53
4.1.1	Prinzip .....	53
4.1.2	Voraussetzung .....	53
4.1.3	Praktisches Vorgehen .....	53
4.1.4	Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten .....	54
4.2	Therapie der Steinkolik .....	54
4.2.1	Prinzip .....	54
4.2.2	Voraussetzung .....	54
4.2.3	Praktisches Vorgehen .....	54
4.2.4	Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten .....	57
	Literatur .....	57
4.3	Watchful-waiting beim Nierenstein .....	58
4.3.1	Prinzip .....	58
4.3.2	Voraussetzung .....	58
4.3.3	Praktisches Vorgehen .....	58
4.3.4	Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten .....	58
4.4	Extrakorporale Stosswellen-Lithotripsie (ESWL) .....	58
4.4.1	Prinzip .....	58
4.4.2	Voraussetzungen .....	59
4.4.3	Durchführung - ESWL-Standard .....	59
4.4.4	Spezielle Risiken, Komplikationsmöglichkeiten .....	60
4.5	Ureterorenoskopie (URS) .....	62
4.5.1	Prinzip .....	62
4.5.2	Technische Grundlagen .....	62
4.5.3	Voraussetzungen .....	63
4.5.4	Praktisches Vorgehen .....	64
4.5.5	Spezielle Risiken, Komplikationen .....	65
4.6	Percutane Nephrolitholapaxie (PCNL) .....	66
4.6.1	Prinzip .....	66
4.6.2	Technische Grundlagen .....	66
4.6.3	Voraussetzungen .....	67
4.6.4	Praktisches Vorgehen .....	67
4.6.5	Spezielle Risiken, Komplikationen .....	69
	Literatur .....	69
4.7	Intrakorporale Lithotripsie .....	70
4.7.1	Pneumatische Lithotripter .....	70
4.7.2	Ultraschall-basierte Lithotripter .....	70
4.7.3	Laserlithotripter .....	71
4.7.4	Elektrohydraulische Lithotripter .....	71
4.7.5	Steinextraktion (Körbchen, Zangen) .....	71

4.8	Offene Steinoperationen .....	71
4.8.1	Grundsätzliches .....	71
4.8.2	Prinzip .....	72
4.8.3	Technische Grundlagen .....	72
4.8.4	Voraussetzungen .....	72
4.8.5	Praktisches Vorgehen .....	73
4.8.6	Spezielle Risiken, Komplikationen .....	73
	Literatur .....	73
4.9	Chemolitholyse .....	74
4.9.1	Prinzip .....	74
4.9.2	Orale Chemolitholyse .....	74
4.9.3	Irrigationschemolitholyse .....	75
	Literatur .....	76
5	Nachsorge nach der Therapie von Harnsteinen .....	89
5.1	Ziele .....	89
5.2	Reststeine und deren Wiederanwachsen („regrowth“) .....	89
5.2.1	Klinische Bedeutung von Reststeinen .....	89
5.2.2	Therapie .....	90
	Literatur .....	91

Algorithmen:

1. Diagnostik Flankenschmerz
2. Differentialindikationen Urolithiasis
3. Differentialindikationen Nierensteine
4. Differentialindikationen Steine in Nierenbecken und oberer/mittlerer Kelchgruppe
5. Differentialindikationen Unterkelchstein
6. Differentialindikationen Ausgussstein
7. Differentialindikationen Harnleiterstein
8. Differentialindikationen Harnsäurestein

# 1 DIAGNOSTIK DES HARNSTEINES

## 1.1 Grundsätzliches

Für die hier beschriebene Diagnostik wurde als Indexfall ein symptomatischer Harnstein bzw. eine geplante aktive Therapie zugrunde gelegt. Andernfalls kann vom unten angeführten Vorgehen abgewichen werden (z.B. unklare Differentialdiagnose, Therapie nicht gewünscht/indiziert).

### Zielsetzung:

- Diagnostik des Harnsteines und der Komorbidität
- Festlegung eines Therapiebedarfes
- ggf. Voraussetzung für die Therapieplanung

## 1.2 Klinische Diagnostik

Die klinische Diagnostik gibt Hinweise zur Steinlokalisierung, zur Dringlichkeit der Therapie und ermöglicht eine Eingrenzung der Therapieoptionen. Sie besteht aus Anamnese, körperlicher Untersuchung, Urin- und Blutlabor, Bildgebung sowie ggf. ergänzenden Untersuchungen

### 1.2.1 Anamnese

Anamnese-Punkte	
Symptom-Charakteristik	Schmerz-Art
	Schmerz-Lokalisation
	Infekt-, Sepsis-Zeichen
	Vegetative Begleitreaktion
Urologische Vorgeschichte	Zurückliegende Steinereignisse
	Steinanalysen
	Voroperationen
	Anomalien
Allgemeine Anamnese	Allergien
	Schwangerschaft
	Niereninsuffizienz

	Kontraindikationen gegen jodhaltigen Kontrastmittel
Medikamenten-Anamnese	Antikoagulantien Metforminhaltige Antidiabetika
Familien-Anamnese	Siehe Tabelle 3 „Hochrisikogruppe der Harnsteinbildner“, Teil „Metaphylaxe“ der Leitlinien

## ANMERKUNGEN

In der Schwangerschaft sind die Optionen der Diagnostik (Röntgen) und der Therapie (Medikation, Maßnahmen unter Durchleuchtung, möglichst geringe Invasivität) eingeschränkt. Daher soll dieser Anamnese punkt geklärt sein

Die intravenöse Kontrastmittelapplikation kann zu erheblichen Nebenwirkungen führen. Fragen zu prädisponierenden Faktoren (Schwangerschaft, Niereninsuffizienz, Einnahme von Metformin, Schilddrüsen-Erkrankungen Plasmozytom sind daher abzufragen

### 1.2.2 Körperliche Untersuchung

Folgende Kriterien bzw. Bereiche sind bei der körperlichen Untersuchung zu beurteilen

Allgemeinzustand, ggf. Vitalparameter

- Abdomen
- Flanken, Nierenlager
- Äußeres Genitale

### 1.2.3 Labor

Laboruntersuchungen	
<b>Blutlabor</b>	Kreatinin und Harnstoff
	Elektrolyte (Na, K)
	Blutbild
	Gerinnung CRP
<b>Urinlabor</b>	Mittelstrahlurin, ggf. Katheterurin
	Urinstatus: Leukozyten, Erythrozyten, Nitrit, pH (Streifen-Schnelltest)
	Ggf. Urinkultur

Urinstatus und Serum-Kreatinin, - Harnstoff sowie -Elektrolyte sind obligate Laboruntersuchungen. Über die Notwendigkeit weiterer Laboruntersuchungen wird nach Anamnese und körperlichen Untersuchung entschieden.

## ANMERKUNGEN

Zur Urin-Untersuchung eignet sich beim Mann der Mittelstrahlurin. Bei der Frau kann der Mittelstrahlurin kontaminiert sein. Durch Katheterurin kann die Urindiagnostik gesichert werden. Bei Nachweis einer Leukocyturie oder von Nitrit im Streifen-Schnelltest ist eine Urinkultur indiziert

## **1.3 Bildgebung**

### **1.3.1 Zielsetzung**

- Beweis oder Ausschluß eines Harnsteines
- Lokalisation und Größe des Steines
- Anatomie des Harntraktes
- Hinweise auf die Nierenfunktion

### **1.3.2 Standardbildgebung**

Das klassische Konzept zur Steindiagnostik nutzt die Sonografie als Primärdiagnostik. Als weiterführende Diagnostik stehen beim Erwachsenen die Röntgenleeraufnahme, das Ausscheidungsurogramm oder das native CT (**Multislice-CT**) gleichberechtigt zur Verfügung (Algorithmus Nr 1 „Diagnostik“). Im Kindesalter sind es die Röntgenleeraufnahme und das native CT (Multislice-CT mit Kindermodus).

<b>Standardbildungung</b>		
Bildgebendes Verfahren	Organ	Kriterien
<b>Sonographie</b>	Niere proximaler und intramuraler Ureter	Hohlsystemdilatation, Stein, Raumforderungen, Parenchyndicke, Lageanomalie
<b>Röntgenleeraufnahme</b>	Gesamter Harntrakt	Konkrementverdächtige Verschattungen
<b>Ausscheidungsurogramm</b>	Gesamter Harntrakt	Steine im Harntrakt, Hohlsystemanatomie, Ausscheidungsfunktion (semiquantitativ)
<b>Natives CT</b>	Gesamter Harntrakt	Steine im Harntrakt, Entzündungszeichen, Hohlsystemanatomie, Raumforderungen

## ANMERKUNGEN

### Sonographie

Durch die Sonographie ist zumeist die Niere und der Harnleiter bis zur Höhe des unteren Nierenpoles zu beurteilen. Hierbei wird auf Dilatation des Hohlsystems, Konkremente im Hohlsystem und Veränderungen des Nierenparenchyms geachtet. In Zweifelsfällen ist der Seitenvergleich hilfreich.

Bei gefüllter Blase ist der intramurale Harnleiter auf Steine zu beurteilen. Weiterhin sollten Konkremente in der Blase (Spontanabgang) sowie andere Pathologien der Blase (Restharn, endovesikale Prostata), die die Therapie-Entscheidung beeinflussen könnten, beurteilt werden. Fakultativ kann durch transrektalen oder transvaginalen Ultraschall der distale Harnleiter auf Steine hin untersucht werden.

Die Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems ist ein indirekter Hinweis für einen Harnstein [15] mit einer Sensitivität von 61-93% und einer Spezifität von 95-100%. Evidenz:evidence level Ia [29; 35; 35].

### Konventionelle Röntgenübersichtsaufnahme

Die Röntgenleeraufnahme des Abdomens im Liegen ohne Kontrastmittel kann „röntgenpositive“ Konkremente darstellen. Die diagnostische Sensitivität liegt bei ca. 69% und die Spezifität bei 82 % [82] [evidence level IIb].

Für die Differentialdiagnostik kann die Röntgenleeraufnahme Hinweise auf Pathologien des Skelettes (z.B. Wirbelsäulen-Degeneration) als Ursache der Schmerzen geben

Die Strahlendosis beträgt ca. 0,5 mSv [7; 10; 40].

### Ausscheidungsurogramm

Üblicherweise werden nach Anfertigung der Röntgenleeraufnahme und i.v.-Applikation des Kontrastmittels mindestens zwei Röntgenaufnahmen innerhalb von 20 Minuten nach der

Kontrastmittelgabe angefertigt. Die verzögerte Kontrastmittelausscheidung kann weitere „Spätaufnahmen (bis zu Stunden nach KM-Gabe) erforderlich machen.

Das Ausscheidungsurogramm wird hinsichtlich folgender Kriterien ausgewertet.

- Dauer bis zur KM-Ausscheidung in das Nierenbecken bzw. Abfluß bis zur Blase (semiquantitative Information über die Nierenfunktion)
- Dilatation des Nierenholzsystems
- Seitenvergleich von KM-Ausscheidung und Dilatation des Hohlsystemsthemms
- Lokalisation der Steine (konkrementverdächtigen Verschattungen der Röntgenleeraufnahme oder KM-Füllungsdefekte),
- Anatomische Anomalien des Harntraktes

Sensitivität bzw. Spezifität des Ausscheidungsurogramms bei der Diagnostik von Harnsteinen beträgt 92-98% bzw. 59-100% Evidenz: evidence level Ia [2; 22; 30; 40]. Die Strahlendosis beträgt ca. 1.4 – 1.5 mSv [7; 12; 17; 19; 22; 25; 40].

Kontraindikationen zur Anfertigung eines Ausscheidungsurogramms/Applikation von Kontrastmittel

- Kontrastmittelallergie
- Niereninsuffizienz
- unbehandelte Schilddrüsenüberfunktion
- Schwangerschaft
- Metformin-Einnahme
- Paraproteinämie (Morbus Kahler)
- unbehandelter Hyperparathyreoidismus
- Stillzeit (relativ)
- akute Kolik (relativ)

### Natives Computertomogramm

Das native Computertomogramm, **bevorzugt Multislice-CT**, ist die Bildgebung mit der höchsten Sensitivität (91-100%) bzw. Spezifität (95-100%) zum Nachweis von Harnsteinen [2; 5; 8; 20; 22; 29; 30; 35; 43; 44]. [evidence level Ia]. Alle Steine, unabhängig von ihrer Zusammensetzung und damit auch die (im konventionellen Röntgen) „röntgen-negativen“ Steine, werden im CT weiß abgebildet.

---

### ANMERKUNGEN:

Die Steingröße wird **(bei kleinen Steinen?)** um ca. 30-50% bei calcifizierten Steinen überschätzt, bei Harnsäuresteinen **unterschätzt Literatur**.

Die Messung der Dichte (Hounsfield units, HU) der Steine kann Hinweise auf die Steinzusammensetzung geben. Harnsäuresteine ergeben geringer Dichtewerte im Vergleich zu Phosphat und insbesondere zu Calcium-haltigen Steinen. Die Durchschnitts-Werte für die Hounsfield-Units der verschiedenen Steinzusammensetzungen unterscheiden sich zwar in einigen Studien signifikant, jedoch überlappen sich die Werte-Bereiche deutlich. Die Werte hängen deutlich von der CT-Technik ab. Somit ist die Bestimmung der HU im CT noch nicht routinemäßig zur Bestimmung der Steinzusammensetzung einsetzbar ( EBM -Level 2b) **[59;126;130;179;214]**. [4; 6; 13; 24; 26; 27; 36; 45].

In der Notfalldiagnostik besitzt das Nativ-CT neben der hohen Sensitivität und Spezifität die Vorteile der hohen Geschwindigkeit in der Durchführung und der Abklärung von Differentialdiagnosen. Nachteilig im Vergleich zum konventionellen Röntgen ist die höhere Strahlenbelastung ( ca. 2.8 – 5.0 mSv [7; 12; 17; 19; 22; 40], die limitierte Verfügbarkeit und die höheren Kosten. Es wurden Untersuchungs-Protokolle mit verminderter Strahlendosis entwickelt. Damit kann die Strahlenbelastung auf ca. 1-2,2 mSv [20; 22; 22; 33]. gesenkt werden, damit sinkt jedoch, insbesondere im kleinen Becken und bei Adipositas, die Auflösung der Darstellung.

### 1.3.3 Ergänzende Untersuchungen

Weitere bildgebende Diagnostika können erforderlich oder hilfreich sein, den Stein nachzuweisen, zu charakterisieren oder die Therapie zu planen (Tabelle 3)

Bildgebung	Indikation
<b>Retrogrades Ureteropyelogramm</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basis-Bildgebung nicht ausreichend</li> <li>- Kontraindikation gegen i.v. Kontrastmittel-Gabe</li> <li>- wenn Einlage einer Harnleitschiene indiziert ist</li> </ul>
<b>MRT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontraindikation gegen Röntgen-Strahlung (Schwangerschaft)</li> </ul>
<b>Nieren-(Sequenz-)Szintigramm</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seitengetrennte Beurteilung der Nierenfunktion (und des Grades der Abflussbehinderung) ist erforderlich,</li> <li>- Steindiagnostik bei Kindern als Alternative zum AUG</li> </ul>

#### ANMERKUNG

#### Retrograde (anterograde) Ureteropyelographie

Bei der Ureteropyelographie wird eine sehr hohe KM-Konzentration im Hohlssystem ohne systemische Wirkung und unabhängig von der Nierenfunktion erzielt. Sie ist geeignet und indiziert als primäres Diagnostikum, wenn primär bereits die Indikation für eine retrograde Harnleitschiene (z.B. Fieber, Sepsis-Gefahr, therapieresistente Koliken oder Niereninsuffizienz) gegeben ist.

#### Magnet-Resonanz(MR)-urogramme

Das MR-Urogramm ist geeignet zur Abklärung einer obstruktiven Uropathie und wurde in der Notfalldiagnostik bei Abklärung von Flankenschmerzen untersucht [31; 32; 38; 39]. Harnsteine werden nicht direkt abgebildet, jedoch ergeben sich indirekte Hinweise durch Signalverlust und Füllungsdefekte im Urin (Cave Differentialdiagnose Tumor, Blutkoagel) [31; 38; 39]. Sensitivität und Spezifität sollen an die des CT heranreichen[39] [evidence level IIb]. Derzeit ist das MRT zur Harnsteindiagnostik indiziert, wenn auf Strahlenexposition dringlich verzichtet werden muss (Schwangerschaft).

#### Nierenfunktions(ggf. Sequenz)-Szintigramm

Das Nieren-Szintigramm mit Bestimmung der MAG-3-clearance bestimmt die glomeruläre und tubuläre Nierenfunktion unabhängig von der Obstruktion der ableitenden Harnwege (Vorteil gegenüber Urogramm und Bestimmung von Serum-Kreatinin bzw. -Harnstoff). Als Sequenz-Szintigramm mit Furosemid-Gabe kann zusätzlich der Grad der Obstruktion quantifiziert werden. Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung wird es bei Kindern in der Akut-Diagnostik der Harnsteinabklärung eingesetzt [Literatur] [evidence level V]..

## Literatur

### Reference List

1. Amis ES, Jr.: Epitaph for the urogram. *Radiology* 213:639-640, 1999
2. Anfossi E, Eghazarian C, Portier F, Prost J, Ragni E, Daou N, Rossi D: [Evaluation of non-enhanced spiral CT in the assessment of renal colic: prospective series of 81 patients]. *Prog.Urol.* 13:29-38, 2003
3. Argyropoulos A, Farmakis A, Doumas K, Lykourinas M: The presence of microscopic hematuria detected by urine dipstick test in the evaluation of patients with renal colic. *Urol.Res.* 32:294-297, 2004
4. Aytac SK, Ozcan H: Effect of color Doppler system on the twinkling sign associated with urinary tract calculi. *J.Clin.Ultrasound* 27:433-439, 1999
5. Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, Bissery A, Meric JB, Daudon M, Mallet A, Richard F, Grenier P: Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. *Eur.Radiol.* 14:2134-2140, 2004
6. Blandino A, Minutoli F, Scribano E, Vinci S, Magno C, Pergolizzi S, Settineri N, Pandolfo I, Gaeta M: Combined magnetic resonance urography and targeted helical CT in patients with renal colic: A new approach to reduce delivered dose. *J.Magn Reson.Imaging* 20:264-271, 2004
7. Burgos FJ, Sanchez J, Avila S, Saez JC, Escudero BA: [The usefulness of computerized axial tomography (CT) in establishing the composition of calculi]. *Arch.Esp.Urol.* 46:383-391, 1993
8. Chateil JF, Rouby C, Brun M, Labessan C, Diard F: [Practical measurement of radiation dose in pediatric radiology: use of the dose-area product in digital fluoroscopy and neonatal chest radiographs]. *J.Radiol.* 85:619-625, 2004
9. Chen MY, Zagoria RJ, Saunders HS, Dyer RB: Trends in the use of unenhanced helical CT for acute urinary colic. *AJR Am.J.Roentgenol.* 173:1447-1450, 1999
10. Conkbayir I, Yanik B, Senyuçel C, Hekimoglu B: [Twinkling artifact in color Doppler ultrasonography: pictorial essay]. *Tani.Girisim.Radyol.* 9:407-410, 2003
11. Crowley AR, Byrne JC, Vaughan ED, Jr., Marion DN: The effect of acute obstruction on ureteral function. *J.Urol.* 143:596-599, 1990

12. Dalla PL, Stacul F, Mosconi E, Pozzi MR: [Ultrasonography plus direct radiography of the abdomen in the diagnosis of renal colic: still a valid approach?]. *Radiol.Med.(Torino)* 102:222-225, 2001
13. de Toledo LS, Martinez-Berganza AT, Cozcolluela CR, Gregorio Ariza MA, Pardina CP, Ripa SL: Doppler-duplex ultrasound in renal colic. *Eur.J.Radiol.* 23:143-148, 1996
14. Denton ER, Mackenzie A, Greenwell T, Popert R, Rankin SC: Unenhanced helical CT for renal colic--is the radiation dose justifiable? *Clin.Radiol.* 54:444-447, 1999
15. Deveci S, Coskun M, Tekin MI, Peskircioglu L, Tarhan NC, Ozkardes H: Spiral computed tomography: role in determination of chemical compositions of pure and mixed urinary stones--an in vitro study. *Urology* 64:237-240, 2004
16. Eray O, Cubuk MS, Oktay C, Yilmaz S, Cete Y, Ersoy FF: The efficacy of urinalysis, plain films, and spiral CT in ED patients with suspected renal colic. *Am.J.Emerg.Med.* 21:152-154, 2003
17. Erwin BC, Carroll BA, Sommer FG: Renal colic: the role of ultrasound in initial evaluation. *Radiology* 152:147-150, 1984
18. Geavlete P, Georgescu D, Cauni V, Nita G: Value of duplex Doppler ultrasonography in renal colic. *Eur.Urol.* 41:71-78, 2002
19. Greenwell TJ, Woodhams S, Denton ER, Mackenzie A, Rankin SC, Popert R: One year's clinical experience with unenhanced spiral computed tomography for the assessment of acute loin pain suggestive of renal colic. *BJU.Int.* 85:632-636, 2000
20. Hellerstein S, Duggan E, Welchert E, Mansour F: Serum C-reactive protein and the site of urinary tract infections. *J.Pediatr.* 100:21-25, 1982
21. Homer JA, Davies-Payne DL, Peddinti BS: Randomized prospective comparison of non-contrast enhanced helical computed tomography and intravenous urography in the diagnosis of acute ureteric colic. *Australas.Radiol.* 45:285-290, 2001
22. Kamaya A, Tuthill T, Rubin JM: Twinkling artifact on color Doppler sonography: dependence on machine parameters and underlying cause. *AJR Am.J.Roentgenol.* 180:215-222, 2003
23. Knopfle E, Hamm M, Wartenberg S, Bohndorf K: [CT in ureterolithiasis with a radiation dose equal to intravenous urography: results in 209 patients]. *Rofo Fortschr.Geb.Rontgenstr.Neuen Bildgeb.Verfahr.* 175:1667-1672, 2003
24. Kobayashi T, Nishizawa K, Mitsumori K, Ogura K: Impact of date of onset on the absence of hematuria in patients with acute renal colic. *J.Urol.* 170:1093-1096, 2003
25. Liu W, Esler SJ, Kenny BJ, Goh RH, Rainbow AJ, Stevenson GW: Low-dose nonenhanced helical CT of renal colic: assessment of ureteric stone detection and measurement of effective dose equivalent. *Radiology* 215:51-54, 2000
26. Marild S, Wettergren B, Hellstrom M, Jodal U, Lincoln K, Orskov I, Orskov F, Svanborg EC: Bacterial virulence and inflammatory response in infants with febrile urinary tract infection or screening bacteriuria. *J.Pediatr.* 112:348-354, 1988

27. Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W: Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology* 58:170-173, 2001
28. Muller M, Heicappell R, Steiner U, Merkle E, Aschoff AJ, Miller K: The average dose-area product at intravenous urography in 205 adults. *Br.J.Radiol.* 71:210-212, 1998
29. Nakada SY, Hoff DG, Attai S, Heisey D, Blankenbaker D, Pozniak M: Determination of stone composition by noncontrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Urology* 55:816-819, 2000
30. Newhouse JH, Prien EL, Amis ES, Jr., Dretler SP, Pfister RC: Computed tomographic analysis of urinary calculi. *AJR Am.J.Roentgenol.* 142:545-548, 1984
31. Paajanen H, Tainio H, Laato M: A chance of misdiagnosis between acute appendicitis and renal colic. *Scand.J.Urol.Nephrol.* 30:363-366, 1996
32. Patlas M, Farkas A, Fisher D, Zaghaf I, Hadas-Halpern I: Ultrasound vs CT for the detection of ureteric stones in patients with renal colic. *Br.J.Radiol.* 74:901-904, 2001
33. Pfister SA, Deckart A, Laschke S, Dellas S, Otto U, Buitrago C, Roth J, Wiesner W, Bongartz G, Gasser TC: Unenhanced helical computed tomography vs intravenous urography in patients with acute flank pain: accuracy and economic impact in a randomized prospective trial. *Eur.Radiol.* 13:2513-2520, 2003
34. Rao PN: Imaging for kidney stones. *World J.Urol.* 22:323-327, 2004
35. Regan F, Petronis J, Bohlman M, Rodriguez R, Moore R: Perirenal MR high signal--a new and sensitive indicator of acute ureteric obstruction. *Clin.Radiol.* 52:445-450, 1997
36. Rogalla P, Kluner C, Taupitz M: [Ultra-low-dose CT to search for stones in kidneys and collecting system]. *Aktuelle Urol.* 35:307-309, 2004
37. Roy C, Tuchmann C, Pflieger D, Guth S, Saussine C, Jacqmin D: Potential role of duplex Doppler sonography in acute renal colic. *J.Clin.Ultrasound* 26:427-432, 1998
38. Sheafor DH, Hertzberg BS, Freed KS, Carroll BA, Keogan MT, Paulson EK, DeLong DM, Nelson RC: Nonenhanced helical CT and US in the emergency evaluation of patients with renal colic: prospective comparison. *Radiology* 217:792-797, 2000
39. Sheir KZ, Mansour O, Madbouly K, Elsobky E, Abdel-Khalek M: Determination of the chemical composition of urinary calculi by noncontrast spiral computerized tomography. *Urol.Res.*, 2005
40. Strohmaier, W. *Pflege in der Urologie.* 2002. Stuttgart, W. Kohlhammer.  
Ref Type: Generic
41. Sudah M, Vanninen R, Partanen K, Heino A, Vainio P, Ala-Opas M: MR urography in evaluation of acute flank pain: T2-weighted sequences and gadolinium-enhanced three-dimensional FLASH compared with urography. Fast low-angle shot. *AJR Am.J.Roentgenol.* 176:105-112, 2001
42. Sudah M, Vanninen RL, Partanen K, Kainulainen S, Malinen A, Heino A, Ala-Opas M: Patients with acute flank pain: comparison of MR urography with unenhanced helical CT. *Radiology* 223:98-105, 2002

43. Thomson JM, Glocer J, Abbott C, Maling TM, Mark S: Computed tomography versus intravenous urography in diagnosis of acute flank pain from urolithiasis: a randomized study comparing imaging costs and radiation dose. *Australas.Radiol.* 45:291-297, 2001
44. Tublin ME, Dodd GD, III, Verdile VP: Acute renal colic: diagnosis with duplex Doppler US. *Radiology* 193:697-701, 1994
45. Van Appledorn S, Ball AJ, Patel VR, Kim S, Leveillee RJ: Limitations of noncontrast CT for measuring ureteral stones. *J.Endourol.* 17:851-854, 2003
46. Wang JH, Lin WC, Wei CJ, Chang CY: Diagnostic value of unenhanced computerized tomography urography in the evaluation of acute renal colic. *Kaohsiung.J.Med.Sci.* 19:503-509, 2003
47. Yilmaz S, Sindel T, Arslan G, Ozkaynak C, Karaali K, Kabaalioglu A, Luleci E: Renal colic: comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. *Eur.Radiol.* 8:212-217, 1998
48. Zarse CA, McAteer JA, Tann M, Sommer AJ, Kim SC, Paterson RF, Hatt EK, Lingeman JE, Evan AP, Williams JC, Jr.: Helical computed tomography accurately reports urinary stone composition using attenuation values: in vitro verification using high-resolution micro-computed tomography calibrated to fourier transform infrared microspectroscopy. *Urology* 63:828-833, 2004
49. Zwergel U, Felgner J, Rombach H, Zwergel T: [Current conservative treatment of renal colic: value of prostaglandin synthesis inhibitors]. *Schmerz.* 12:112-117, 1998

#### Literatur

1. Hesse A, Brandle E, Wilbert D, Kohrmann KU, Alken P: Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur.Urol.* 44:709-713, 2003
2. Hoppe B, Latta K, von Schnakenburg C, Kemper MJ: Primary hyperoxaluria--the German experience. *Am.J.Nephrol.* 25:276-281, 2005
3. Strohmaier WL: Course of calcium stone disease without treatment. What can we expect? *Eur.Urol.* 37:339-344, 2000

## 2 INDIKATION ZUR HARNSTEINTHERAPIE UND VERFAHRENS-AUSWAHL

### 2.1 Grundsätzliches:

In diesem Kapitel sollen die Differentialindikationen für die verschiedenen Harnstein-Situationen dargelegt werden. Das Spektrum der Steintherapie reicht vom reinen Beobachten des Steines über das Begleiten des Spontanabganges (konservative Therapie), über die Interventionen der Steinbeseitigung mittels Stoßwelle, Endoskope oder offener/laparoskopischer Operationen bis zur Entfernung der steintragenden Niere. Die Indikation für die Steintherapien basiert auf der Abwägung zwischen den aktuellen oder potentiellen Symptome und der Belastung des Patienten durch die Steintherapie unter Berücksichtigung von situativen und ökonomischen Aspekten.

In der klinischen Routine werden üblicherweise folgende Schritte begangen:

1. Entscheidung über die „Spontanabgangsfähigkeit“ des Steines mit entsprechender konservativer Therapie
2. Entscheidung über das instrumentelle Therapie-Verfahren in Abhängigkeit von Steinlokalisierung und -größe, wenn das Abwarten des Spontanabganges nicht indiziert ist.

Dabei sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Steincharakteristika: Größe bzw. Wachstumstendenz, Lokalisation, (zu vermutende) Zusammensetzung, Wachstumstendenz
- Art der Symptome: Schmerzen, , Nierenfunktionsstörung, Harnwegsinfektion oder drohende Sepsis
- Situation des Patienten: Alter, Komorbidität, soziale, berufliche Situation
- die spezielle Belastung des Patienten durch die Therapie-Optionen: spezielle Kontraindikationen wie Narkosefähigkeit, anatomische Besonderheiten
- Verfügbarkeit der Therapie-Optionen (z.B. Erfahrung des Arztes, Ausstattung der behandelnden bzw. erreichbaren Institution)

Zur Therapie-Entscheidung sind vornehmlich die Steinlokalisierung und –größe maßgebend. Daher sind diese Kriterien Grundlage für die Systematik in diesem Kapitel. Hier wird von einem gesunden, erwachsenen Patienten ausgegangen. Die Einzelentscheidung können durch die übrigen o.g. Faktoren wie Co-Morbidität und andere spezifische Situationen des Patienten, beeinflusst werden. Auf Besonderheiten bei Kindern wird in den einzelnen Kapiteln und zusammenfasst in Kapitel 3.5. gesondert eingegangen. Die Algorithmen 2-7 (Kapitel 2.2-2.3.) sollen die Entscheidungs-Abläufe zusammenfassend darlegen.

Ausschließlich Harnsäuresteine können effizient durch orale Medikation aufgelöst werden. Daher werden deren Behandlungs-Optionen von den übrigen Harnsteinarten getrennt dargelegt (Kapitel 3.2., Algorithmus 7).

Die technische Entwicklungen auf dem Gebiet der Endoskope und der Hilfsinstrumente (intrakorporale Lithotripter, Zangen und Körbchen) führt zu einer Verschiebung der einzelnen Therapieindikationen. Diese Entwicklung wird in der Literatur (Evidenz-basiert) nicht sofort abgebildet, aber durch die Expertenmeinung in diesen Leitlinien berücksichtigt.

## ***2.2 Spontangang von Harnsteinen in Niere oder Harnleiter***

Die häufigste „Therapie“ des Harnsteines ist der Spontanabgang, d.h. es werden keine interventionelle Maßnahmen unternommen, die den Stein direkt manipulieren. Medikamentös oder durch andere Maßnahmen kann die Passage des Steines gefördert und können Symptome gelindert werden. Die wesentlichsten Kriterien zur Vorhersage des Spontanabganges sind Größe und Position des Steines bei der Erstmanifestation und frühere ipsilaterale Harnsteinepisoden. Die Dauer bis zum Steinabgang steigt mit der Steingröße an: durchschnittlich ca. 1, 2 bzw. 3 Wochen für Steine mit einem Durchmesser von 2mm, 3mm bzw. 4-6 mm (EAU-Guidelines; [120]). Für die Routine kann empfohlen werden, Steine bis 4mm Durchmesser als spontan abgangsfähig zu klassifizieren.

Steinlokalisierung	Spontanabgangsfähigkeit	Literatur (Evidenz)
Niere	16 %	Hübner W, BJU 1990, 66: 9-11 [26] (Evidenz-Grad 4)
proximaler Harnleiter	29 - 98% ( $\leq 5$ mm) 10 - 53% (5 - 10 mm)	[167]
	75% (2 -4 mm) 50% (> 4 mm)	[119] (Evidenz-Grad 3a)
distaler Harnleiter	71 - 98% ( $\leq 5$ mm) 25 - 53% (5 - 10 mm)	[168]
	86% (2 -4 mm) 50% (> 4 mm)	[121] (Evidenz-Grad 3)

Ist das Abwarten des Spontanabganges nicht indiziert oder nicht erfolgreich, werden interventionelle Maßnahmen erforderlich. Diese sind nach Lokalisationen des Steines im Folgenden dargestellt.

## 2.3 Nierensteine

### Algorithmus 3 „Nierenstein“

Aufgrund der unterschiedlichen Erfolgsraten durch ESWL werden die Nierensteine in die Gruppen „Steine in Nierenbecken, oberer/mittlerer Kelchgruppe“, „Unterkelchsteine“, „Ausguss-Steine“ bzw. „besondere Steinsituation“ unterteilt.

### 2.3.1 Steine in Nierenbecken sowie in mittlerer/oberer Kelchgruppe

#### Algorithmus 4

Zur Therapie von Steinen in Nierenbecken sowie mittlerer und oberer Kelchgruppe kommen insbesondere ESWL sowie PCNL, seit Entwicklung der flexiblen Endoskope auch zunehmend die flexible URS zum Einsatz. Die Steinfreiheitsrate insbesondere der ESWL (EBM -Level 2a; Pearle MS.

Clayman RV. Outcomes and selection of surgical therapies of stones in the kidney and ureter. In: Kidney Stones: Medical and Surgical Management. Coe FL, Favus MD, Pak CYC, Parks JH, Preminger GM (eds). Lippincott-Raven Publishers: Philadelphia, 1996, pp. 709-755[101;106]), aber auch der flexiblen URS[49;71;144] ist abhängig von der Steingröße. Steine bis zu einer Größe von 2 cm haben nach ESWL eine hohe Steinfreiheitsrate, da die Fragmente leicht abgehen. Die Steinfreiheitsrate nach ESWL wird in randomisierten Studien mit 56 – 94% für Nierenbeckensteine und mit 79-85% für Steine in der oberen bzw. mittleren Kelchgruppe angegeben [70;178]. Daher sollen diese Steine primär mit ESWL behandelt werden (EBM -level 3a, Alken et al, Committee 6, Treatment of renal stone pp 191; In: 1st International Consultation on Stone Disease, Edition 2003; J Segura et al. eds.)

Bei Steinen > 2cm besteht das Risiko, dass nach ESWL die große Masse an Fragmenten zu Komplikationen (Kolik, Obstruktion, Steinstraße) und zu der Notwendigkeit invasiver Re-Interventionen führt. Daher ist bei diesen Steinen die PCNL vorzuziehen. Die ESWL ist Therapie 2. Wahl. Sie sollte nach Einlage einer Ureterschleife durchgeführt werden, da hierdurch die Komplikationsrate gesenkt werden kann (EBM -level 3a, Alken et al, Committee 6, Treatment of renal stone pp 192-193; In: 1st International Consultation on Stone Disease, Edition 2003; J Segura et al. eds.). Im übrigen orientiert sich die Therapie von Steinen > 2 cm und multiplen Steinen mit vergleichbarer Gesamtmasse an den Therapiestrategien für Ausgangssteine (Algorithmus 6, vgl. Kap. 2.2.3.).

---

#### ANMERKUNG

Die gängige klinische Praxis ist, dass Harnleiterschienen ab einer Größe von 10, 15 oder 20 mm routinemäßig eingelegt werden[81]. Randomisierte Studien haben jedoch gezeigt, dass durch die Einlage der Schienen weder die Steinfreiheitsrate verbessert noch die Komplikationsrate gesenkt wird und dass die Schienen mit einer deutlichen Morbidität verbunden sind (Evidenz-Grad 2b) [23;34;153]

---

### 2.3.2 Unterkelchsteine

#### *Algorithmus 5*

Der Abgang von Konkrementen aus der unteren Kelchgruppe scheint, aufgrund anatomischer Gegebenheiten, erschwert zu sein. Es gibt fundierte Hinweise,

dass eine steil stehende Unterkelchachse, ein langer Kelch und ein enger Kelchhals mit einer geringen Steinfreiheitsrate nach ESWL korreliert sind (EBM 3a[102]). Daher sollte die PCNL mit unmittelbarer Entfernung der Steine bereits bei einer Steingröße ab 1 erwogen werden (EBM 2b [5]), wenn mehrere ungünstige Faktoren für einen ESWL-Erfolg (Tabelle „Faktoren, die einen ESWL-Erfolg einschränken“) vorliegen (Algorithmus 4). Die flexible URS ist bei Steinen bis 1 cm vergleichbar effektiv zur ESWL jedoch invasiver (EBM 1b [143])

#### **Faktoren, die einen ESWL-Erfolg einschränken**

SW-resistente Steine (Ca-Oxalat-Monohydrat, Brushit, Cystin)

Steiler Unterkelch-Ureter-Winkel

Langer Unterkelch (> 1 cm)

Geringe Kelchhals-Weite (< 5 mm)

Vibrationsmassage (Perkussion), Kopftieflage (Inversion) und verstärkte Diurese fördern den Fragmentabgang nach ESWL aus dem Unterkelch (EBM 2b)[39;47;137;141]

#### **ANMERKUNGEN**

Die Effektivität der Stein-Desintegration ist in der Unterkelchgruppe nicht eingeschränkt. Es zeigen auch zahlreiche Studien, dass die ESWL bei Unterkelchsteinen bis zu einem Durchmesser von 2 cm gute Erfolgsraten bringt ([37;38;114;132;196] Jedoch haben verschiedene Studien gezeigt, dass der Abgang der Fragmente erschwert ist [104;113]. Es wurden Parameter und entsprechende Grenzwerte ermittelt, die mit einem ESWL-Mißerfolg korreliert sein sollen ([63;67;77;88;150;164;165] Zahlreiche weitere Studien haben diesen Beobachtungen widersprochen ([11;192;206]). Aufgrund der widersprüchlichen Daten kann heute die Frage, ob diese Faktoren einen signifikanten Einfluss haben nicht abschließend entschieden werden (Evidenz-Grad 4). In der Literatur angegebene Grenzwerte sind nicht validiert. Weiterhin ist die Bestimmung der Parameter schwer reproduzierbar. Daher sind die Grenzwerte nicht absolut zu sehen[91]. Jedoch ist es gerechtfertigt bei der Entscheidung über die Auswahl des Therapie-Verfahrens[62] diese Faktoren „Steilheit“ und „Länge des Kelches“ sowie „Kelchhalsweite“ mit einfließen zu lassen

In einem Review berechnete Lingeman, dass die Steinfreiheitsrate nach ESWL von Unterkelchsteinen zwischen 25 und 85 % liegt. Stratifiziert nach Steingröße liegt die Steinfreiheitsrate bei 74% für Steine < 10 mm, 56% bei 10-20mm und 33% bei > 20 mm (Evidenz-Grad 4)[103]. Daher wird bei dieser Steinlokalisation erwogen, anstelle der ESWL ein endoskopisches Verfahren mit unmittelbarer Beseitigung der Fragmente durch flexibleURS bzw. durch PCNL einzusetzen.

In einer prospektiv-randomisierten Studie hat Albala die Ergebnisse von ESWL und PCNL für Unterkelchsteine bis 3 cm verglichen (Evidenz-Grad 2b)[6]. Die Steinfreiheitsrate erbrachte einen deutlichen Vorteil der PCNL (95% nach PCNL vs. 37% nach ESWL). Die Häufigkeit der Komplikationen war nicht signifikant unterschiedlich (22% bei PCNL, 11% bei ESWL, p=0,087). Jedoch traten schwerwiegendere Komplikationen deutlich seltener nach ESWL auf. Diskrepanz

zwischen statistischer Signifikanz und klinischer Relevanz ist zu beachten, wenn folgendes Fazit der Studie - die Empfehlung zur PCNL für Untekelchsteine > 1 cm - bewertet wird (EBM-Level 2b). In einer weiteren Studie mit einem prospektiv-randomisierten Vergleich von ESWL mit flexibler URS für Steindurchmesser bis 1cm war kein statistisch signifikanter Unterschied der Steinfreiheitsrate nachzuweisen, jedoch eine höhere Patienten-Akzeptanz der ESWL (Evidenz-Grad 2b)[142].

---

### 2.3.3 Ausguss-Steine

#### *Algorithmus 5*

Ausguss-Steine bestehen meist aus Struvit oder Calciumcarbonat (Infektsteine), gelegentlich aus Harnsäure oder Cystin, seltener aus Calciumoxalat oder Calciumphosphat.

Ausguss-Steine bestehen definitionsgemäß aus einem Steine, der sowohl große Teile des Nierenbeckens ausfüllt und sich zusätzlich in mindestens einen Kelch erstreckt (partieller Ausguss-Stein). Sie können aber auch das komplette Hohlsystem ausfüllen (kompletter Ausguss-Stein). Eine einheitliche, allgemein anerkannte Klassifikation der Ausgusssteine existiert nicht [[American Urological Association Clinical Guidelines „Staghorn Calculi“ \(2005\), www.auanet.org/guidelines/staghorncalculi05.cfm](http://www.auanet.org/guidelines/staghorncalculi05.cfm)].

#### 2.3.3.1 Therapie-Indikation.

Ausgusssteine verursachen mit hoher Wahrscheinlichkeit rezidivierende Harnwegsinfekte und längerfristig einen Funktionsverlust der Niere. Die bedrohlichste Komplikation eines nicht adäquat behandelten Ausgusssteines ist die Urosepsis [198]. Daher ist eine frühe Therapie mit dem Ziel der kompletten Steinsanierung anzustreben. Infektsteine gelten wegen ihrer hohen Rezidivneigung als Risikosteine, die nur durch vollständige Steinfreiheit längerfristig erfolgreich sanierbar sind.

Als Standard-Eingriffe stehen PCNL, ESWL (ggf. geplante Kombination aus PCNL und ESWL) sowie die offene Nephrolithotomie zur Auswahl (Algorithmus 6). Jegliche Steintherapie muss von einer geeigneten - d.h. antibiogramm gerechten - Antibiose obligat begleitet werden.

Die Auswahlkriterien für die einzelnen Therapieverfahren sind in Tab XX zusammengefasst. Weiterhin richtet sich die Therapieentscheidung nach der voraussichtlichen Steinzusammensetzung, der Nierenfunktion, der Co-Morbidität und dem Körperhabitus des Patienten. Häufig kommt eine Kombination der einzelnen Verfahren zum Einsatz. Im Falle von Infektsteinen kann die Chemolitholyse in einem adjuvanten Regime bei verteilten oder schwer erreichbaren Residualsteinen verwendet werden.

Tabelle XX: Pro und kontra für die verschiedenen Therapie-Verfahren der Ausguss-Steine

Therapie-Verfahren	Auswahlfaktoren	
	pro	kontra
Beobachtendes Abwarten (watchful waiting)	Symptomloser, -armer Stein bei relevanter Comorbidität	
PCNL	Größere Steinmasse, vorwiegend in NB und unterer Kelchgruppe	Größere Steinmassen in verschiedenen Kelchen, enge Kelchhalse, stark verzweigte Kelchsysteme, Adipositas
ESWL	Geringe Steinmasse, nicht-dilatiertes Hohlsystem, günstige Unterkelch-Anatomie, Nicht-Infektsteine,	Schwer desintegrierbare Steinzusammensetzung (Ca-Oxalat-Monohydrat, Brushit, Cystin) Infektsteine (komplette Steinfreiheit), Adipositas
Offene Lithotomie	Sehr grosse Steinmasse, größere Steinmasse auf verschiedene Kelch verteilt (stark verzweigte Steine), mehrere dilatierte Kelche mit engen Kelchhälsen	Adipositas
Chemolitholyse Cave: nur Infektsteine!!!	Lyse kleinster Restpartikel auch in peripheren Kelch-Anteilen, geringe Invasivität	Harnwegsinfekt (Urosepsis), Paravasation, unsicherer Instillationstrakt,

		Zeitaufwand lokale Toxizität
Nephrektomie	Hochgradige Funktionseinschränkung der steintragenden Niere und ausreichender Funktion der kontralateralen Niere Frustrane Steinsanierung mit rezidiv. Harnwegsinfekten	

---

## ANMERKUNGEN

### PCNL

Ideal sind große, vorwiegend im NB gelegenen partielle Ausgusssteine mit Beteiligung nur eines Kelches oder voluminöse, aber wenig dendritische Ausgusssteine. Mehrere Zugangstrakte oder der Einsatz flexibler Endoskope können zur Sanierung zusätzlicher Kelche erforderlich sein, erhöhen aber die Invasivität des Eingriffs. Mehrzeitige Eingriffe (second-look) wie auch Sandwich-Verfahren von PCNL und ESWL sind möglich.

### ESWL Monotherapie

Die ESWL-Monotherapie kann bei klein-volumiger Steinmasse und nicht dilatiertem Nierenhohlsystem indiziert sein. Mehrfachsitzen sowie die Kombiniert mit einer auxilliären Harnleiterschleife sind häufig.  
[Evidenzgrad: 3a, [128;151]]

### Offene Lithotomie

Die offene Steinsanierung kommt bei großer dendritischer Steinmasse und/oder bei anatomischem Korrekturbedarf in Betracht. Die Laparoskopie kann heute als alternative Option gelten (EBM-level 3a [15;36;131])

### Nephrektomie

Bei deutlich eingeschränkter Nierenfunktion ist die Wahrscheinlichkeit für anhaltende Harnwegsinfekte und Steinrezidive erhöht. Somit kann hier die Nephrektomie eher indiziert sein als mehrfache frustrane Eingriffe mit Nierenerhalt.

Auch bei guter Nierenfunktion kann die Nephrektomie oder Nierenteilresektion indiziert sein, wenn andererseits schwerwiegende Symptome (rezidivierende Harnwegsinfekte, Schmerzen, Hämaturie) durch anderweitige Steinmanipulationen nicht zu beheben sind.

### Lokale Cheolitholyse

(vgl. Kap. 4.8.).

### Klinische Ergebnisse

Die mit den verschiedenen Therapie-Optionen zu erwartenden klinischen Ergebnisse sind in den Leitlinien der American Urological Association publiziert (Tabelle XX)

Tabelle XX: Ergebnisse der Therapie von Ausguss-Steinen: Median (95% Konfidenz-Intervall) gemäß Meta-Analyse der AUA Guideline Panel 2005 (EBM-Level 3a)

Ergebnis	ESWL	PCNL	PCNL+ESWL	Offene Op
Steinfreiheitsrate	54% (45-64%)	78% (74-83%)	66% (60-72%)	71% (56-84%)
Behandlungen/Pat.				
Primäre <sup>1</sup>	2,8	1,3	3,0	1,0
Sekundäre <sup>2</sup>	0,2	0,4	0	0,2
Adjuvant <sup>3</sup>	0,6	0,2	0,3	0,2
Akute Komplikationen <sup>4</sup>				
Transfusion	-	18% (14-24%)	17 % (10-26%)	-
Tod	-	0 % (0-1%)	0% (0-2%)	-
Signifikante Komplikationen gesamt	19 % (11-30)	15% (7-27%)	14% (9-20%)	13% (4-27%)

<sup>1</sup>Anzahl der durchgeführten Primär-Verfahren (Durchschnittliche Anzahl pro Patient)

<sup>2</sup>Anzahl der zusätzlichen Verfahren zur Steinbeseitigung

<sup>3</sup>Anzahl der separat durchgeführten Verfahren zur Beseitigung von Komplikationen (z.B. Ureterschleife, Nephrostomie)

Die Summe der drei Behandlungsgruppen ergibt die durchschnittliche Anzahl der Prozeduren, die pro Patient durchgeführt wurden.

<sup>4</sup>Häufigkeit der Patienten mit akuten Komplikationen in Zusammenhang mit der Primärtherapie

### Leitlinien der „American Urological Association“

Die Therapieempfehlungen dieser Leitlinien stimmen im Wesentlichen mit denen der „Clinical Guidelines - Staghorn Calculi -“ der „American Urological Association“ überein [American Urological Association Clinical Guidelines „Staghorn Calculi“ (2005), [www.auanet.org/guidelines/staghorncalculi05.cfm](http://www.auanet.org/guidelines/staghorncalculi05.cfm)][152].

### **2.3.4 Divertikel-Steine**

Ein Nierenkelchdivertikel ist ein angeborener oder erworbener cystischer, mit Urothel ausgekleideter Hohlraum im Nierenparenchym nahe einem Kelch (37% obere, 50 % mittlere und 13 % untere Kelchgruppe“), in welchen er mit einem dünnen Kanal mündet. Das Divertikel füllt sich retrograd mit Urin, es gibt keine sekretorische Füllung. In Divertikeln können sich Steine bilden. (Evidenz-Grad 3a) [Alken et al, Committee 6, Treatment of renal stone page 180; In: 1st International Consultation on Stone Disease, Edition 2003; J Segura et al. Edrs] Divertikel-Steine sind von Steinen in destruierten und dilatierten Kelchen abzugrenzen (was klinisch gelegentlich nicht eindeutig möglich ist).

Eine Therapieindikation ergibt sich bei Schmerz-Symptomatik, Infekten und Hämaturie. Therapieziel ist einerseits die Steinbeseitigung und andererseits die Erweiterung des Divertikelhalses.

Im Einzelnen kommen hier für folgende Verfahren in Frage:

Bei kleinen Divertikelsteinen und weiten Divertikelhälsen ist eine ESWL gerechtfertigt EBM-level 4[78].

Endourologische Verfahren (PCNL, flexible URS) sind bei gut zugänglichen Steinen und gleichzeitiger Notwendigkeit der Kelchhalsenerweiterung indiziert. Sollten weder PCNL noch flex. URS erfolgreich sein kann in seltenen Fällen, die offene oder laparoskopische Nephrolithotomie [122;210] die letzte Alternative darstellen

### **2.3.5 Intraparenchymatöse Steine**

Bei Nephrocalcinose und Markschwammniere kommt es zur Intraparenchymatösen Steinbildung. Sie ist in Kapitel 3.7. dargelegt.

### **2.3.6 Asymptomatische Kelchsteine**

Zur Therapie der asymptomatischen kleinen Kelchsteine können keine allgemeingültigen Empfehlungen gegeben werden[ EBM-level 3a, Alken et al, Committee 6, Treatment of renal stone pp 197; In: 1st International Consultation on Stone Disease, Edition 2003; J Segura et al. eds]. Sowohl das abwartende Beobachten (watchful waiting) als auch Interventionen können zu Komplikationen führen. Somit sind die Risiken und der Wunsch des Patienten in jedem speziellen Fall abzuwägen (EBM-level 4[28].

(vgl. Kapitel Indikation zur Harnsteintherapie und Verfahrens-Auswahl, Grundsätzliches)

Die Wachstumstendenz kann als Indikation zur Therapie genutzt werden [25;27;29-31;44]

## **2.4 Differential-Indikationen bei Nierensteinen**

Die Indikationen zur minimal-invasiven oder operativen Behandlung sind nicht genau zu definieren, da sie nicht zuletzt auch von der Erfahrung des Operateurs abhängt. Prinzipiell kann heutzutage jeder Stein endourologisch desintegriert bzw. extrahiert werden. Jedoch hängt die Effektivität der Steinentfernung durch ESWL von Steingröße, Dilatationsgrad des Nierenholsystems sowie der Kelchgeometrie ab. Die PCNL ist limitiert in Ihrer Erfolgsrate bei großer Steinmasse in multiplen Kelchen. Die URS hat mit dem Einsatz flexibler Endoskope ihr Indikationsspektrum auf die Steintherapie im Nierenbeckenkelchsystem erweitert. Das Erreichen und Extrahieren der Steine ist jedoch noch technisch eingeschränkt. Die offene bzw. laparoskopische Operation ist indiziert, wenn konservative und endourologische Verfahren nicht ausreichend erfolgsversprechend erscheinen.

## **2.5 Harnleitersteine**

### *Algorithmus 7*

#### **2.5.1 Grundsätzliches**

Für diese Leitlinie wurde der Harnleiter in 2 Abschnitte (proximal, distal) eingeteilt (Abbildung 1). Teilweise wird zusätzlich der mittlere Harnleiter (in Knochendeckung durch den Beckenring) abgegrenzt. Die Definition der Uretersegmente ist allerdings international nicht einheitlich.

#### **2.5.2 Proximale Harnleitersteine**

Steine, die bereits im proximalen Harnleiterabschnitt symptomatisch werden, haben eine niedrigere Wahrscheinlichkeit eines raschen, spontanen Steinabgangs verglichen mit distalen Harnleitersteinen [117] (*Evidenzgrad 4*) [43]. Daher besteht ein frühzeitiger Interventionsbedarf.

##### **2.5.2.1 ESWL**

Die ESWL stellte bislang das Verfahren der Wahl für proximale Steine dar. Die Steinfreiheitsraten werden in der Literatur mit 62-100% angegeben. Die Steinfreiheitsrate sinkt jedoch deutlich mit ansteigender Steingröße. **EVIDENZGRAD 4** [[9;90;124] Folgende Faktoren sind nachteilig für den ESWL-Erfolg bei proximalen Uretersteinen:

- impaktierter Stein
- große Steinmasse (> 1cm)
- schwer desintegrierbares Steinmaterial (Calciumoxalat-Monohydrat, Bruschit, Cystin)
- Ureterstenose
- schwere Ortbarkeit der Steine

#### 2.5.2.2 Push and Bang (retrograder Stein-Mobilisierung und anschließende ESWL)

„Push and Bang“ ist eine Therapieoption für Einzelfälle, in denen keine primäre in situ ESWL oder ureterorenoskopische Steinsanierung möglich ist **EVIDENZGRAD 4** [[33;48;74;205].

#### 2.5.2.3 Retrograde Ureterorenoskopie

Die URS gewinnt durch die technische Weiterentwicklung der Endoskope, der Steinextraktionsinstrumente und der intracorporalen Lithotripsieverfahren zunehmend an Bedeutung. Die Steinfreiheitsraten werden in der Literatur mit **RR**-100% angegeben. Vergleichende Untersuchungen von ESWL und URS mit Ho:YAG Laser konnten zeigen, dass die URS bei Steingrößen >1 cm signifikant höhere Steinfreiheitsraten bei geringer Komplikationsrate erzielte (Evidenzgrad 4)[84;98;139;190;211]

#### 2.5.2.4 Perkutane, antegrade Ureterorenoskopie

Eine Indikation zur antegraden, flexible Ureterorenoskopie besteht bei Stein, die retrograd nicht erfolgreich behandelbar sind.

#### 2.5.2.5 Offen-chirurgische oder laparoskopische Ureterolithotomie

Durch die erheblichen Weiterentwicklungen der minimal-invasiven Therapieverfahren ist die Rolle chirurgischer Verfahren limitiert. [12]. Als Ausnahme ist die mangelnde endoskopische Steinsanierbarkeit oder die gleichzeitige Notwendigkeit zur Behandlung einer Co-Morbidität anzusehen (Evidenzgrad 4)[66].

### 2.5.3 Mittlerer Harnleiterstein

Im mittleren Ureter ist die ESWL prinzipiell erfolgreich (Evidenzgrad 4) [22;163;200]. Jedoch ist die Röntgenortung bei Knochenüberlagerung erschwert (Evidenzgrad 5).

### 2.5.4 Distaler Harnleiterstein

#### 2.5.4.1 Spontanabgang

Die Wahrscheinlichkeit eines spontanen Steinabganges hängt von der Steingröße, Lokalisation des Steines bei Erstmanifestation und von früheren Steinepisoden auf der gleichen Seite ab. Primär im distalen Ureter diagnostizierte Steine haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, unter konservativer, nicht- interventioneller Therapie abzugehen, als proximale Uretersteine gleicher Größe[118] (*Evidenzgrad 4*). Distale Uretersteine unter 5mm gehen unter konservativer Therapie zu 71-98% spontan ab, größere Steine bis 1cm zu 25-53% [175](*Evidenzgrad 1a*) (siehe Tabelle XX in Kapitel 2.2.1.1).  $\alpha$ -Blocker fördern den Abgang von distalen Uretersteinen oder Fragmenten nach einer ESWL [95;147] (*Evidenzgrad 1b*). Die Entscheidung zugunsten eines konservativen Therapieversuches hängt neben den erwähnten Parametern von der Klinik und dem Patientenwunsch ab.

#### 2.5.4.2 ESWL oder URS

Ist ein konservativer Therapieversuch nicht indiziert, verbleiben URS und in situ-ESWL als häufigste Therapieformen. Die Wahl zwischen diesen Therapiealternativen hängt von der Steingröße, der Expertise des Operateurs, dem verwendeten Lithotripter und der verfügbaren oder erreichbaren technischen Ausstattung ab. Wegen der höheren Invasivität und des Bedarfs einer Narkose bei der URS ist auch eine eventuelle Comorbidität ebenso wie die Wünsche des Patienten und seine persönliche Situation zu berücksichtigen.

Die Behandlungsergebnisse der beiden Therapieoptionen aus Publikationen mit Evidenzgrad 1a und 1b sind in Tabelle XX zusammengefasst[145;146;174]

Tabelle XX: Behandlungsdaten und Ergebnisse für URS und ESWL beim distalen Harnleiterstein

	Anästhesie	Wiederholungs- behandlungen	Zusatz- behandlungen	Ernste Komplikationen	Steinfreiheit
URS	<b>meist Vollnarkose</b>	<b>0-4%</b>	<b>7% (-100% Harnleiterschienne)</b>	<b>9-10%</b>	<b>95-100%</b>
ESWL	<b>meist Sedierung</b>	<b>10-21%</b>	<b>10%</b>	<b>0-4%</b>	<b>74-100%</b>

## ANMERKUNGEN

Die Erfolgsrate der in situ-ESWL von Uretersteinen nimmt mit zunehmender Größe ab [42] (Evidenzgrad 4). Bei minimalen Unterschieden in den Ergebnissen für einen durchschnittlichen, distalen Ureterstein steht die höhere Invasivität der URS der längeren Zeitdauer bis zur Steinfreiheit nach ESWL gegenüber. Bei den Ureterorenoskopen konnte durch immer dünnere Ureterskope weniger traumatisierend und effektiver eingesetzt werden. Bei der ESWL wurde mit der Entwicklung neuerer Stoßwellengeneratoren keine Steigerung der Effizienz erreicht werden.

### Offene Operation

Die offene Ureterolithotomie ist keine Therapie der ersten Wahl bei fast allen distalen Uretersteinen. Sie stellt eine Alternative in seltenen Ausnahmesituationen dar oder bei gleichzeitiger, offener Operation mit einem zusätzlichen Therapieziel (z.B. distaler Ureterstein mit radikaler Prostatektomie) [21;87;173] (Evidenzgrade 4).

### Laparoskopie / Retroperitoneoskopie

Die Bedeutung der Laparoskopie im distalen Ureter kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden. Sie stellt eine Therapieoption nach frustraner ESWL oder / und URS dar. In ausgesuchten Fällen kann die Laparoskopie als Therapie der 1.Wahl diskutiert werden wie beispielsweise bei sehr großen, impaktierten Uretersteinen, besonders in Zusammenhang mit einer Einzelnierensituation[65].

### Schlingenextraktion (Zeiss'-Schlinge)

In Hinblick auf die möglichen Komplikationen und die Patientenbelastung dieser Therapie stellt die Schlingenextraktion eines Uretersteines keine vertretbare Therapieoption mehr dar[172] (Evidenzgrad 2a).

### Harnleiterschienung

Uretersplints werden häufig vor der definitiven Therapie von Uretersteinen eingesetzt. Indikationen sind Uretersteine mit gleichzeitig bestehender Harninfektion bzw. mit drohender Sepsis, therapierefraktäre Koliken unter suffizienter medikamentöser Therapie, eine obstruktive Nierenfunktionseinschränkung oder ein symptomatischer Ureterstein bei bestehender Schwangerschaft. Dies gilt für alle Harnleitersteine.

Splintextraktion besteht eine erhöhte Chance für einen spontanen Steinabgang[52] (Evidenzgrad 4)

### 2.5.5 Harnblasenstein

Die Behandlung der Cystolithiasis ist nicht Gegenstand dieser Leitlinie.

#### Literatur

#### Literatur

1. Bichler KH, Lahme S, Strohmaier WL: Indications for open stone removal of urinary calculi. *Urol.Int.* 59:102-108, 1997
2. Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC: Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am.J.Roentgenol.* 178:101-103, 2002
3. Deliveliotis C, Giannakopoulos S, Louras G, Koutsokalis G, Alivizatos G, Kostakopoulos A: Double-pigtail stents for distal ureteral calculi: an alternative form of definitive treatment. *Urol.Int.* 57:224-226, 1996
4. Gaur DD, Trivedi S, Prabhudesai MR, Madhusudhana HR, Gopichand M: Laparoscopic ureterolithotomy: technical considerations and long-term follow-up. *BJU.Int.* 89:339-343, 2002
5. Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML: Current indications for open stone surgery in an endourology center. *Urology* 45:218-221, 1995
6. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
7. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
8. Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figenshau RS, Hoenig DM, McDougall EM, Mutz J, Nakada SY, Shalhav AL, Sundaram C, Wolf JS, Jr., Clayman RV: Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J.Urol.* 166:1255-1260, 2001
9. Peschel R, Janetschek G, Bartsch G: Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteral calculi: a prospective randomized study. *J.Urol.* 162:1909-1912, 1999
10. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
11. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
12. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997

13. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
14. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997

## 3 SPEZIELLE STEINSITUATIONEN

### 3.1 Infektsteine

Infektstein ist eine Sammelbezeichnung für Steine unterschiedlicher Zusammensetzung, die aufgrund von Harnwegsinfekten auftreten:

- Struvitsteine (Magnesium-Ammonium-Phosphatsteine)
- Karbonatapatit
- Ammoniumhydrogenurat (selten, bei Malnutrition)

#### 3.1.1 Besonderheiten

Steinbildung und Harninfekt begünstigen sich gegenseitig. Diese Steine sind rasch wachsend und meist voluminös. Ein Ausgusssteinbildung ist häufig. Es besteht stets die Gefahr der Urosepsis (spontan und bei der Therapie). Die Komplettsteinsanierung und besondere Metaphylaxe sind nötig. Die Diagnose „Infektstein“ führt zur Einordnung des Patienten in die „Hochrisiko-Gruppe“ bei der metabolischen Abklärung (vgl. Kap. 5.3.). Es besteht die prinzipielle Möglichkeit der Irrigations-Chemolitholyse

#### 3.1.2 Therapie

Alle Methoden zur Steinsanierung stehen unter entsprechender antibiotischer Therapie zur Verfügung: Endourologie, ESWL, offene Operation und Litholyse. Häufig ist eine Kombination mehrerer Behandlungsmethoden nötig. Die Behandlung ist nur auf Dauer erfolgreich wenn alle Steine und sonstige Infektionsquellen eliminiert sind. Die Progressionswahrscheinlichkeit auch kleinster Restfragmente liegt über 70% [20] (Evidenzgrad 4)

Zusätzlich zu den Risiken der Behandlung einer großen Steinmasse besteht die Gefahr der bakteriellen Infektion. Eine sterile Kultur aus Blasen- und Harn garantiert nicht Keimfreiheit im Nierenhohlraum und im Stein. Intraoperativ gewonnene Kulturen aus dem Stein oder Harn des Kelchsystems können daher in der postoperativen Phase hilfreich sein [112] (Evidenzgrad 4). Das Risiko einer Sepsis liegt bei mindestens 1-2% [176] (Evidenzgrad 1a). Eine ausreichende, präoperative und intraoperative Antibiotikatherapie gemäß Antibiogramm ist nötig

### Literatur

Literatur

1. Beck EM, Riehle RA, Jr.: The fate of residual fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy of infection stones. J.Urol. 145:6-9, 1991
2. Mariappan P, Smith G, Bariol SV, Moussa SA, Tolley DA: Stone and pelvic urine culture and sensitivity are better than bladder urine as predictors of urosepsis following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. J.Urol. 173:1610-1614, 2005

3. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., McCullough DL: Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. The American Urological Association Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel. J.Urol. 151:1648-1651, 1994

### **3.2 Harnsäuresteine**

#### Algrithmus 8

Reine Harnsäuresteine sind im konventionellen Röntgen nicht bzw sehr schwach schattengebend. Im CT sind sie jedoch sicher als Stein nachzuweisen und von weichteildichten Strukturen abzugrenzen. [68] Harnsäuresteine können in jeder Größe, von zahlreichen kleinen Steinen („Uratsand“) bis zu Ausgusssteinen, vorkommen..

---

#### ANMERKUNGEN

An Hand der HU im CT ist eine verlässliche Identifikation eines Steines als reiner Harnsäurestein nicht gesichert (s.Kap.XXX) Evidenzgrad 2b

-----

#### **Besonderheiten**

Der Harnsäurestein representiert die einzige Steinart, die durch orale Chemolitholyse beseitigt werden kann. Dafür muß der Urin-pH mit Alkalizitraten oder Natriumbicarbonat zwischen 7,0 und 7,2 eingestellt werden (s .Kap. XXX **Chemolitholyse-oral 4.10.4.) (Evidenz-Grad 4) [181]**. Zusätzlich wird Allopurinol zur Senkung der Harnsäurespiegel verwendet..

#### **Therapie:**

Bei der Indikationsstellung zur Therapie eines Harnsäuresteines in der Niere und im Harnleiter gelten zunächst die Grundsätze der Spontan-Abgangsfähigkeit, jedoch kombiniert mit der Litholyse. Mit dieser Methode können auch große Steine (bis zu Ausgusssteinen) entfernt werden.

Ist die Litholyse frustran oder kontraindiziert gelten die Regeln über die „Indikation zur Harnsteintherapie und Verfahrens-Auswahl“ (**Kap. XXX+YY**). Die Fragmentierbarkeit durch ESWL ist vergleichbar gut wie bei Calciumoxalat-Dihydrat-Steinen (**Evidenz-Grad 4**) [4] und selbst Ausgussteine können erfolgreich damit behandelt werden (**Evidenz-Grad 4**) [127]. Es ist dabei jedoch

zu beachten dass die Ortung von Fragmenten und der Nachweis von Steinreste aufgrund der Röntgentransparenz von Harnsäuresteinen erschwert ist.

Endourologische Therapieformen nutzen den Vorteil der direkte visuellen Steinkontrolle

Wenn orale Chemolitholyse und endourologische Verfahren nicht erfolgreich oder kontraindiziert sind, stellt die lokale Spülung mit Natriumbikarbonat oder THAM-Lösung (Trihydroxymethyl-aminomethan) eine Alternative dar (s. Kapitel XXX Irrigationschemolitholyse). In vitro Versuche sprechen für den Einsatz von THAM-Lösung, vergleichende klinische Daten fehlen jedoch

Literatur Knoll<sup>17-19</sup>

17. Heimbach, D., Jacobs, D., Muller, S. C. et al.: Influence of alkaline solutions on chemolitholysis and lithotripsy of uric acid stones. An in vitro study. *Eur.Urol.*, **38**: 621, 2000
18. Lee, Y. H., Chang, L. S., Chen, M. T. et al.: Local chemolysis of obstructive uric acid stone with 0.1 M THAM and 0.02% chlorhexidine. *Urol Int*, **51**: 147, 1993
19. Mills, G. D., Morrison, N. D., Walker, R. J.: Local dissolution of uric acid calculi using THAM-E. *Ren Fail*, **15**: 539, 1993  
**(Evidenz-Grad 4)** [99].

### **3.3 Steine bei Schwangeren**

Der Urin von Schwangeren tendiert zu einer Erhöhung von lithogenen Substanzen [188] ohne dass jedoch eine erhöhte Rate an Harnsteinen gesichert ist [107;162]

Besonderheiten

Die Diagnostik ist erschwert, da Flankenschmerzen und Dilatation des Höhlensystems in der Schwangerschaft auch ohne Vorliegen eines Steines häufig zu beobachten sind und die sonst obligate Röntgendiagnostik (relativ) kontraindiziert ist. (vgl. **Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe: „Harnleiterstau in der Schwangerschaft“, AWMF-Leitlinien-Register Nr. 015/011**)

## Therapie

Die Therapieentscheidung in Kooperation mit dem Gynäkologen ist teilweise ohne direkten Steinnachweis gerechtfertigt und ist symptomorientiert (z.B. Beta-Blocker **Buscopan?**, Ass in 1-2. Trimenon, Benuron 3. Trimenon).

Bei insuffizienter Analgesie oder zusätzlicher Komplikationen (antibiotika-resistenter fieberhafter Harnwegsinfekt, Niereninsuffizienz) ist die Harnableitung (z.B. durch eine Harnleiterschleife, ggf. PCN) unter alleiniger sonografischer Kontrolle indiziert. Diese kann bis nach der Entbindung und anschließender Steinbeseitigung belassen werden[212]

Die URS ist in speziellen Situationen gerechtfertigt (Evidenzgrad 4) [2;100;208]. Sie birgt aufgrund der Restriktion der Röntgenkontrolle ein erhöhtes Risiko. Obwohl nicht nachgewiesen ist, daß ESWL unerwünschte Nebenwirkung in der Schwangerschaft verursacht (Evidenzgrad 4) **[10;53]** [64], gilt diese Verfahren als absolut kontraindiziert

### **3.4 Harnsteine bei Kindern**

Kinder zählen per primam zu den Hochrisiko-Steinpatienten. An die primäre Harnsteintherapie und Konkrementbeseitigung sollte sich daher bei allen kindlichen Harnsteinbildnern eine erweiterte metabolische Diagnostik nach den in Kapitel 5 aufgeführten Kriterien anschließen

Zur invasiven Steinbehandlung können bei Kindern grundsätzlich alle Verfahren angewendet werden wie beim Erwachsenen, jedoch sind besonderen Umstände zu berücksichtigen.

#### **Besonderheiten:**

- Steinzusammensetzung verändert (vermehrt genetisch und infektbedingte Steinbildung)
- Mögliche Komorbidität, die auch kausal für Steinbildung sein kann
- Erhöhter Strahlenschutz bei Diagnostik und Therapie
- Erhöhte Vulnerabilität wachsender Organe
- Metabolische Risikogruppe der Steinbildung

Es gilt der Grundsatz der minimalen Invasivität bei Kindern in besonderem Maße.

### **ESWL bei Kindern:**

Die ESWL zeigt bei Kindern für alle Steinlokalisationen deutlich bessere Ergebnisse als bei Erwachsenen unter anderem durch erhöhte Transportkapazität des Ureters für Steinfragmente. Daher können auch größere Steine mit ESWL behandelt werden[3;115] (Evidenzgrad 4) Wie beim Erwachsenen nimmt die Steinfreiheitsrate nach ESWL mit der Steingröße ab[129] (Evidenzgrad 4)

Auch für Harnleitersteine stellt die ESWL unter Berücksichtigung des Strahlenschutzes das Verfahren der ersten Wahl bei Kindern dar[193] (Evidenzgrad 4), wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

- Lithotriktor ist zur problemlosen Lagerung von Kindern geeignet
- Ultraschallortungsmöglichkeit zum Strahlenschutz
- Anästhesiemöglichkeit

### **Anmerkungen:**

Der Bedarf einer Vollnarkose hängt vom Entwicklungsstand des Kindes und vom verwendeten Lithotriktorsystem ab. In Einzelfällen können Kinder ab dem 3.Lebensjahr ohne Vollnarkose behandelt werden[109] (Evidenzgrad 4).

Mehrfachbehandlungen sind aufgrund folgender Faktoren häufiger als beim Erwachsenen:

- oft größere Steinmasse,
- geplant stufenweisem Vorgehen
- die Steinhärte (Cystin).

Dies sollte bei der Therapieplanung in Betracht gezogen und gegen andere Therapieoptionen abgewogen werden. Die Befürchtungen einer negativen Beeinflussung von Wachstum, Nierenfunktion oder Blutdruck konnten nicht bestätigt werden [203;207] (Evidenzgrade 2c), [105](Evidenzgrad 4).

### **3.4.1 Endourologische Therapieverfahren:**

Die Weiterentwicklungen der endoskopischen Verfahren, insbesondere die Miniaturisierung der Instrumente, führen zu vermehrtem Einsatz auch bei Kindern

Zusätzliche Entscheidungsfaktoren für endourologische Therapien:

- Vermehrt Infektsteine – komplette Steinsanierung nötig
- Vermehrt großvolumige Steine – einzeitiges Vorgehen angestrebt

- Vermehrt Cystinsteine – mit ESWL oft schwer desintegrierbar
- Mit der Steinsanierung zu behebende Komorbidität (Anomalien mit Harnabflussbehinderung)

### **Voraussetzung: Kleinkalibrige Endoskope (URS, PCNL)**

#### Anmerkungen:

Die PCNL stellt auch bei Kindern ein sicheres, effektives Verfahren dar [60](*Evidenzgrad 4*) Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere das Blutungsrisiko bei der Verwendung von großen Arbeitsschäften deutlich steigt [75](*Evidenzgrad 4*), weshalb die so genannte Mini-PCNL mit Arbeitsschäften von maximal 15 Charr. für Kinder geeigneter sein dürften[85](*Evidenzgrad 4*).

Ureterorenoskopien werden für distale Harnleitersteine, analog zu Erwachsenen, zunehmend als Therapie der ersten Wahl eingesetzt. Bei Verwendung von dünnen semirigid Instrumenten in Verbindung mit dem Ho:YAG Laser wird über sehr gute Steinfreiheitsraten bei geringer Komplikationsrate berichtet[123;155](*Evidenzgrade 4*).

#### 3.4.2 Offene Operation

Ein offen-chirurgisches Verfahren ermöglicht eine Steinsanierung mit gleichzeitiger Korrektur einer (anatomischen) Komorbidität.

#### 3.4.3 Steinanalyse

Bei allen Verfahren der Steinbehandlung ist möglichst Steinmaterial für eine taugliche Analyse sicherzustellen (siehe Kapitel „*Metabolische Harnsteinabklärung und Harnsteinmetaphylaxe*“)

### **Literatur**

#### References

1. Aksoy, Y., Ozbey, I., Atmaca, A. F. et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using a mpl-9000 lithotripter. *World J Urol*, **22**: 115, 2004
2. McLorie, G. A., Pugach, J., Pode, D. et al.: Safety and efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants. *Can J Urol*, **10**: 2051, 2003

3. Muslumanoglu, A. Y., Tefekli, A., Sarilar, O. et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large scale retrospective analysis. J Urol, **170**: 2405, 2003
4. Sternberg, K., Greenfield, S. P., Williot, P. et al.: Pediatric stone disease: an evolving experience. J Urol, **174**: 1711, 2005
5. Marberger, M., Turk, C., and Steinkogler, I.: Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol, **142**: 349, 1989
6. Vlajkovic, M., Slavkovic, A., Radovanovic, M. et al.: Long-term functional outcome of kidneys in children with urolithiasis after ESWL treatment. Eur J Pediatr Surg, **12**: 118, 2002
7. Turk, C., Steinkogler, I., and Marberger, M.: ESWL in children. Akt Urol, **21**: 89, 1990
8. Lottmann, H. B., Archambaud, F., Hellal, B. et al.: 99mTechnetium-dimercapto-succinic acid renal scan in the evaluation of potential long-term renal parenchymal damage associated with extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol, **159**: 521, 1998
9. Desai, M., Ridhorkar, V., Patel, S. et al.: Pediatric percutaneous nephrolithotomy: assessing impact of technical innovations on safety and efficacy. J Endourol, **13**: 359, 1999
10. Gunes, A., Yahya, U. M., Yilmaz, U. et al.: Percutaneous nephrolithotomy for pediatric stone disease--our experience with adult-sized equipment. Scand J Urol Nephrol, **37**: 477, 2003
11. Jackman, S. V., Hedican, S. P., Peters, C. A. et al.: Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. Urology, **52**: 697, 1998
12. Raza, A., Turna, B., Smith, G. et al.: Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of pediatric calculi. J Urol, **174**: 682, 2005
13. Minevich, E., Defoor, W., Reddy, P. et al.: Ureteroscopy is safe and effective in prepubertal children. J Urol, **174**: 276, 2005

### **3.5 Steine bei Spendern bzw. Empfängern von Transplantatnieren**

Die Funktion einer Transplantatniere kann durch Harnsteinbildung im Transplantat sowohl akut durch Obstruktion und Koliken als auch längerfristig durch Ablagerung von Steinmaterial gefährdet sein. Eine Erhebung des Risikostatus (insbesondere Steinanamnese) vor der Transplantation empfiehlt sich deswegen beim Organspender wie auch beim -empfänger.

### **3.5.1 Evaluierung des Harnsteinrisikos vor der Transplantation**

#### **3.5.1.1 Stoffwechseldefekte im Nierentransplantat**

Intrarenale Stoffwechseldefekte, die zur Harnsteinbildung führen, können mit dem Spenderorgan transplantiert werden. Diese Situation liegt bei folgenden Defekten vor:

- Cystinurie
- Renal tubuläre Acidose
- Harnsäuresekretionsstörung (Lesch-Nyhan)

#### **3.5.1.2 Stoffwechseldefekte des Transplantatempfängers**

Ist der Transplantatempfänger selbst an einem metabolischen Defekt erkrankt, so kann sich die daraus resultierende Harnsteinbildung auch in der Transplantatniere abspielen. Dies trifft insbesondere zu bei:

- Primäre Hyperoxalurie
- Primärer Hyperparathyreoidismus
- 2,8-Dihydroxyadeninurie
- Xanthinurie
- Kurzdarm-Syndrom

### **3.5.2 Schutz des Lebendspenders mit Urolithiasis**

Harnsteinbildende Lebendspender sind hinsichtlich folgender Aspekte vor der Organentnahme zu beraten:

- Eine genetisch determinierter (Xanthin, 2,8-Dihydroxyadenin, primäre Hyperoxalurie, **Cystinurie?**), metabolisch aktiver bzw. rezidivierender

Steinbildung ist als **absolute** Kontraindikation für eine Lebendspende zu werten.

- Bei unilateraler Urolithiasis verbleibt die steinfreie und damit potentiell „gesündere“ Niere beim Spender.
- Anzustreben ist eine Steinsanierung des Spenders vor Explantation der Niere, um einerseits keine Harnsteine auf den Empfänger zu transplantieren und andererseits das Steinsanierungsrisiko des Spenders möglichst gering zu halten. Post explantationem steigt das Risiko des Spenders infolge seiner Einnierigkeit erheblich an!
- Eine grenzwertige Nierenfunktion des Spenders verbietet die Lebendspende. Zum einen nutzt dem Empfänger eine funktionsgeminderte Niere wenig, zum anderen kann beim Spender durch Einbuße der Partialfunktion einer Niere die kompensierte in eine terminale Niereninsuffizienz übergehen.

### 3.5.3 Obligate Diagnostik bei geplanter Lebendspende eines Harnsteinbildners

Diagnostik	Information	Ziel
Natives Spiral-CT der Nieren	Steinstatus der Nieren	Festlegung einer uni- oder bilateralen Steinsanierungsindikation vor der Nierenspende
	Anomalien	Erkennen organbedingter morphologischer Kontraindikationen
Endogene Kreatininclearance	Nierengesamtfunktion	Erkennen funktioneller Kontraindikationen
Isotopennephrographie	Nierengesamtfunktion Seitenfunktionsverteilung	Festlegung des funktionell führenden Organs
	Abflusssituation im Diuresenephrogramm	Erkennen funktioneller Abflußbehinderungen

### 3.5.4 Harnsteinmanagement in Transplantatnieren

Die Inzidenz von Steinen in der Transplantatniere ist <2% ([156;160;186]62 62.

Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al: Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous extraction of calouli in a renal allograft. J Urol,139: 575,1988

Alken et al, Committee 6, Treatment of renal stone pp 180; In: 1st International Consultaion on Stone Disease, Edition 2003; J Segura et al. Edrs). Aufgrund der überlicherweise „funktionellen Einnierigkeit“ und der Immunsuppression mit dem Erhöhten Risiko der Sepsis ist in dieser Situation eine rasche und sichere Steinentfernung erforderlich.

Bei der Diagnostik ist die Nephrotoxizität von Röntgenkontrastmitteln zu beachten:

- Aufgrund ihrer Lage direkt dorsal der Bauchwand sind die Transplantatnieren in der Regel gut sonographisch einzusehen.
- Niere und Harnleiter liegen in Projektion auf das knöcherne Becken; somit sind schwach schattengebende Steine in der Röntgenaufnahme bzw. Durchleuchtung teilweise nicht nachweisbar oder ortbar.
- Eine Obstruktion des abführenden Harntraktes ist abzuklären und gegen eine refluxive Dilatation abzugrenzen.

Zur interventionellen Steinentfernung kommen prinzipiell alle Verfahren zur Anwendung (ESWL, URS, PCNL, offene/laparoskopische Operation). Für die Therapieplanung sind folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Aufgrund der erhöhten Risiken durch eine mögliche Obstruktion ist das Abwarten des Spontanabganges meist nur bei sichergestelltem Harnabfluss (Ureterschleife, Nephrostomie) zu empfehlen.
- Die Niere liegt direkt der Bauchwand im Becken an und ist damit gut perkutan zugänglich.
- Nierenbecken und Kelche liegen ventral der großen Blutgefäße, was den perkutanen Zugang von ventral begünstigt.
- Die Verwachsungen um die Niere erschweren einen laparoskopischen Zugang

- Der Harnleiter mündet meist cranio-ventral, weshalb die retrograde Sondierung erschwert (ggf. flexibles Endoskop hilfreich) oder unmöglich sein kann.

ESWL ist für kleinere Steine und bei Kindern eine effektive und sichere

Therapie von Steinen in Transplantatnieren (62. Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al:

Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous extraction of calculi in a renal allograft. J Urol,139: 575,1988,

64 Wheatley M, Ohl DA, Sonda LP, et al: Treatment of renal transplant stones by extracorporeal shock-wave lithotripsy in the

prone position. Urology, 37: 57,1991 , 68. Ellis E, Wagner C, Arnold W, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy in a renal

transplant patient. J Urol,141: 98,1989; 69. Wills MI and Feneley CL.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in renal transplant

patients. Brit J Urol, 70: 690,1992; 70. Atala A, Steinbock G, Harty J, et al: Extracorporeal shock-wave lithotripsy in transplanted

kidney. Urology, 41: 60,1993[159;185]). Auch hier sollte großzügig die Indikation für eine

Ureterschleife oder PCN bis zur Steinfreiheit gestellt werden. Alternativ bietet

sich endoskopisch hier die flexible URS an (Literatur). Für die größeren Steine

ist aufgrund der Notwendigkeit der raschen und kompletten Steinfreiheit sowie

der günstigen anatomischen Lage (leichte sonografische Ortung, geringes

Risiko der Darminterposition, dorsale Lage der Blutgefäße) die PCNL zu

bevorzugen (62. Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al: Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and

percutaneous extraction of calculi in a renal allograft. J Urol,139: 575,1988 63. Gedroyc WMW, Maciver D, Joyce MRL, et al:

Percutaneous stone and stent removal from renal transplants. Clin. Radiol, 40: 174,1989; 65. Fisher MF, Haaga JR, Persky L, et

al: Renal stone extraction through a percutaneous nephrostomy in a renal transplant patient. Radiology,144: 95,1982; 66. Cifuentes

JM, Tapia EG, de la Pena EG, et al. Percutaneous nephrolithotripsy in transplanted kidneys. Urology, 38: 232,1991; 67. Eshgi M

and Smith AD.: Endourologic approach to transplant kidney. Urology, 28: 504,1986)

### 3.5.5 Harnsteinmetaphylaxe bei Transplantatnieren

Grundsätzlich richtet sich die Metaphylaxestrategie nach der Harnsteinart, so

wie in Teil 2 „Metabolische Abklärung und Metaphylaxe“ beschrieben. Bei

reduzierter Nierenfunktion muß allerdings eine entsprechende Dosisanpassung

der einzelnen Metaphylaxemedikamente an die Kreatininclearance erfolgen.

Die Harnalkalisierung und der Hypocitraturie-Ausgleich bei

Transplantatpatienten mit einem Kaliumproblem sollten mit Natrium-Calcium-

Citrat-Komplexen oder Natriumbicarbonat in adäquater Dosierung erfolgen.

Aufgrund der umstrittenen metaphylaktischen Effektivität kann die Magnesiumgabe bei diesen Patienten nicht empfohlen werden.

## Literatur

G. Canas. Quiz page. Stones in the kidney allograft and bladder. Nephrolithiasis is common after transplantation. Cyclosporine often leads to chronic hyperuricemia and the formation of uric acid stones. *Am.J.Kidney Dis.* 41 (1):xli, 2003.

P. N. Wong, G. M. Tong, K. Y. Lo, S. K. Mak, E. L. Law, and A. K. Wong. Primary hyperoxaluria: a rare but important cause of nephrolithiasis. *Hong.Kong.Med.J.* 8 (3):202-206, 2002.

A. G. Fam. Difficult gout and new approaches for control of hyperuricemia in the allopurinol-allergic patient. *Curr.Rheumatol.Rep.* 3 (1):29-35, 2001.

E. Konya, Y. Hara, M. Ikegami, T. Nishioka, T. Akiyama, T. Kurita, K. Kohri, and T. Matsuura. [Renal transplant calculi in a renal allograft treated with extracorporeal shock wave lithotripsy in a patient with persistent hyperparathyroidism: a case report]. *Nippon Hinyokika Gakkai Zasshi* 86 (6):1185-1188, 1995.

A. Stenzl and G. J. Fuchs. Case history of a prune-belly syndrome with extracorporeal shock wave lithotripsy treatment of allograft nephrolithiasis. *Urol.Int.* 44 (2):106-109, 1989.

J. M. Dubernard, X. Martin, P. Neyra, J. L. Touraine, M. C. Malik, and J. Traeger. Successive appearance of carcinoma, tuberculosis and nephrolithiasis in a renal allograft. *J.Urol.* 124 (4):540-542, 1980.

M. F. Burritt, A. M. Pierides, and K. P. Offord. Comparative studies of total and ionized serum calcium values in normal subjects and patients with renal disorders. *Mayo Clin.Proc.* 55 (10):606-613, 1980.

M. G. McLoughlin. Radiolucent urinary calculus in a transplant patient: an unsuspected cause of ureteropelvic obstruction. *Can.J.Surg.* 20 (2):172-3, 176, 1977.

S. B. Leapman, B. A. Vidne, K. M. Butt, K. Waterhouse, and S. L. Kountz. Nephrolithiasis and nephrocalcinosis after renal transplantation: a case report and review of the literature. *J.Urol.* 115 (2):129-132, 1976.

J. C. Rosenberg, A. R. Arnstein, T. S. Ing, J. M. Pierce, Jr., B. Rosenberg, Y. Silva, and A. J. Walt. Calculi complicating a renal transplant. *Am.J.Surg.* 129 (3):326-330, 1975.

62. Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al: Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous extraction of calculi in a renal allograft. *J Urol*,139: 575,1988

62. Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al: Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous extraction of calculi in a renal allograft. *J Urol*,139: 575,1988, 64

Wheatley M, Ohl DA, Sonda LP, et al: Treatment of renal transplant stones by extracorporeal shock-wave lithotripsy in the prone position. *Urology*, 37: 57,1991 , 68. Ellis E, Wagner C, Arnold W, et al:

Extracorporeal shock wave lithotripsy in a renal transplant patient. *J Urol*,141: 98,1989; 69. Wills MI and Feneley CL.:

Extracorporeal shock wave lithotripsy in renal transplant patients. Brit J Urol, 70: 690,1992; 70. Atala A, Steinbock G, Harty J, et al: Extracorporeal shock-wave lithotripsy in transplanted kidney. Urology, 41: 60,1993[158;184]  
62. Locke DR, Steinbock G, Salomon DR, et al: Combination extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous extraction of alouli in a renal allograft. J Urol,139: 575,1988 63. Gedroyc WMW, Maciver D, Joyce MRL, et al: Percutaneous stone and stent removal from renal transplants. Clinic. Radiol, 40: 174,1989; 65. Fisher MF, Haaga JR, Persky L, et al: Renal stone extraction through a percutaneous nephrostomy in a renal transplant patient. Radiology,144: 95,1982; 66. Cifuentes JM, Tapia EG, de la Pena EG, et al. Percutaneous nephrolithotripsy in transplanted kidneys. Urology, 38: 232,1991; 67. Eshgi M and Smith AD.: Endourologic approach to transplant kidney. Urology, 28: 504,1986)

156;158;182

### **3.6 Nephrocalcinose**

(Literatur) Eine pathologische Ablagerung von Kristallen in der Nierenrinde und/oder dem -mark führt zum klinischen Bild der Nephrocalcinose (NC) (s. Kapitel 5 )

#### **Besonderheiten**

Bildgebend kann nicht immer sicher zwischen intraparenchymatösem und intraluminaler Steinlokalisation unterschieden werden. Eine flexible URS kann eine sichere Unterscheidung bringen.

Wichtig ist, dass das Ausmaß der morphologische Calcifikation nicht zwingend mit einer Funktionsminderung der Niere einhergeht.

#### **Therapie**

Die kausale metabolische Therapie steht eindeutig im Vordergrund. Sie ist auf den längerfristigen Nierenfunktionserhalt ausgerichtet. Eine interventionelle Therapie kann die intrarenalen Verkalkungsherde nicht sanieren. Die Rationale für die ESWL-Therapie ist nicht belegt.

---

#### **ANMERKUNG**

Obwohl ein positiver Effekt durch ESWL beschrieben ist, ist eine rationale dafür nicht allgemein akzeptiert. Experimentelle Ansätze über die Induktion einer vermehrten Steinbildung durch Mikrotraumen der Papille lassen eine Kontraindikation für die WSWL bei Nephrocalcinose ableiten (Literatur).

---

### **3.7 Steine bei angeborenen und erworbenen Harntraktanomalien**

#### **3.7.1 Ektope Nieren (Beckennieren)**

Eine Beckenniere ist eine malrotierte, häufig kleine Niere. Sie weist eine hohe Inzidenz von Nierenbeckenabgangs- und distalen Harnleiterengen auf. Vor interventionellen Maßnahmen sollte daher eine Obstruktion ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der ESWL sind häufig unbefriedigend. Gründe hierfür sind neben der Obstruktion die oft schwierige Bildgebung durch Knochen und Darmgasüberlagerung<sup>20, 21</sup> (Evidenzgrad 3b). Sowohl PCNL als auch URS können bei Beckennieren eingesetzt werden, allerdings wird insbesondere die URS durch Steingröße und Harnleiterverlauf limitiert. Da die Beckenniere von Organen und Gefäßen umlagert wird, geht der perkutane Zugang mit einem erhöhten Komplikationsrisiko einher. Durch den Einsatz von Ultraschall bei der Punktion kann dieses Risiko vermindert werden<sup>22</sup> (Evidenzgrad 4).

Derzeit kommen immer häufiger laparoskopische Verfahren zum Einsatz<sup>23</sup> (Evidenzgrad 4). Der ausschließliche oder assistierte laparoskopische Zugang wird von einigen Autoren propagiert, bleibt aber bislang erfahrenen Zentren vorbehalten<sup>24, 25</sup>.

### 3.7.2 Hufeisenniere

Eine Hufeisenniere ist die häufigste Form der Verschmelzungsanomalien. Hufeisennieren zeigen eine deutlich höhere Steinbildungsrate als anatomisch normale Nieren. Gründe hierfür sind Harnabflussstörungen und Infekte durch die vorliegende Malrotation, Nierenbeckenabgangsengen und den atypischen Ureterverlauf<sup>25, 26</sup>.

Alle minimal-invasiven Verfahren wie ESWL, URS und PCNL können erfolgreich in Hufeisennieren angewendet werden. Auch hier stellt die ESWL das Verfahren der Wahl für die meisten Stein dar. Aufgrund der Anatomie und oft schwieriger Bildgebung ist die Steinfreiheitsrate jedoch niedriger als bei der PCNL<sup>20, 27-29</sup> (Evidenzgrad 3b). Während die PCNL für große Steine das Verfahren der Wahl darstellt, können kleiner, ESWL-refraktäre Konkremente erfolgreich mittels flexibler URS behandelt werden<sup>30, 31</sup> (Evidenzgrad 4).

### 3.7.3 Harnableitung

Patienten nach Anlage einer Harnableitungsoperation weisen ein höheres Risiko einer Harnsteinbildung auf. Die Gründe hierfür beinhalten ebenso metabolische Veränderungen wie Harnabflussstörungen<sup>32</sup>.

Die ESWL hat als Primärtherapie in den meisten Fällen ihre Berechtigung, wenn eine Abflussbehinderung ausgeschlossen ist<sup>32, 33</sup> (Evidenzgrad 3a). Wenn die ESWL nicht möglich oder erfolglos ist, sollte vor einer endoskopischen Therapie eine ausführliche Planung des Eingriffs stattfinden, welche das Verständnis der oft komplexen Anatomie beinhaltet. Bei inkontinenter Harnableitung mit refluxiv implantierten Ureteren ist ein retrograder Zugangsversuch möglich, auch wenn das Auffinden des Ostiums und die Intubation häufig schwierig ist. Bei einem retrograden Zugang muss in fast allen Fällen eine flexible URS durchgeführt werden. Das Einlegen eines Zugangsschaftes über einen Führungsdraht nach Auffinden des Ostiums kann den Eingriff erheblich erleichtern<sup>32, 34</sup> (Evidenzgrad 3). Häufig ist jedoch ein perkutaner Zugang erforderlich<sup>32</sup>. Die PCNL kommt bei größeren Steinen zur Anwendung, hier erfolgt die Indikationsstellung beim Vorliegen von

Abflusshemmnissen großzügiger als bei normalem Harntrakt. Einige Steine sind minimal-invasiv nicht zugänglich und erfordern offene Operationsverfahren.

### Literatur

20. Baltaci, S., Sarica, K., Ozdiler, E. et al.: Extracorporeal shockwave lithotripsy in anomalous kidneys. *J Endourol*, **8**: 179, 1994
21. Tunc, L., Tokgoz, H., Tan, M. O. et al.: Stones in anomalous kidneys: results of treatment by shock wave lithotripsy in 150 patients. *Int J Urol*, **11**: 831, 2004
22. Desai, M. R., Jasani, A.: Percutaneous nephrolithotripsy in ectopic kidneys. *J Endourol*, **14**: 289, 2000
23. Toth, C., Holman, E., Pasztor, I. et al.: Laparoscopically controlled and assisted percutaneous transperitoneal nephrolithotomy in a pelvic dystopic kidney. *J Endourol*, **7**: 303, 1993
24. Zafar, F. S., Lingeman, J. E.: Value of laparoscopy in the management of calculi complicating renal malformations. *J Endourol*, **10**: 379, 1996
25. Gross, A. J., Fisher, M.: Management of stones in patients with anomalously sited kidneys. *Curr Opin Urol*, **16**: 100, 2006
26. Raj, G. V., Auge, B. K., Assimos, D. et al.: Metabolic abnormalities associated with renal calculi in patients with horseshoe kidneys. *J Endourol*, **18**: 157, 2004
27. Krayannis, A., Kostakopoulos, A., Deliveliotis, C. et al.: [Extracorporeal shockwave lithotripsy: our experience in 5,000 cases]. *Arch Esp Urol*, **42 Suppl 1**: 7, 1989
28. Smith, J. E., Van Arsdalen, K. N., Hanno, P. M. et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy treatment of calculi in horseshoe kidneys. *J Urol*, **142**: 683, 1989
29. Esuvaranathan, K., Tan, E. C., Tung, K. H. et al.: Stones in horseshoe kidneys: results of treatment by extracorporeal shock wave lithotripsy and endourology. *J Urol*, **146**: 1213, 1991
30. Andreoni, C., Portis, A. J., Clayman, R. V.: Retrograde renal pelvic access sheath to facilitate flexible ureteroscopic lithotripsy for the treatment of urolithiasis in a horseshoe kidney. *J Urol*, **164**: 1290, 2000
31. Weizer, A. Z., Springhart, W. P., Ekeruo, W. O. et al.: Ureteroscopic management of renal calculi in anomalous kidneys. *Urology*, **65**: 265, 2005

32. Beiko, D. T., Razvi, H.: Stones in urinary diversions: update on medical and surgical issues. *Curr.Opin.Urol.*, **12**: 297, 2002
33. El-Assmy, A., El-Nahas, A. R., Mohsen, T. et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy of upper urinary tract calculi in patients with cystectomy and urinary diversion. *Urology*, **66**: 510, 2005
34. Delvecchio, F. C., Kuo, R. L., Iselin, C. E. et al.: Combined antegrade and retrograde endoscopic approach for the management of urinary diversion-associated pathology. *J Endourol*, **14**: 251, 2000

## 4 VERFAHREN DER HARNSTEINTHERAPIE

### 4.1 Spontanabgang begleiten

#### 4.1.1 Prinzip

Unter medikamentöser Therapie und klinischer Kontrolle passiert das Konkrement den Harntrakt.

#### 4.1.2 Voraussetzung

Bei der Einschätzung, ob der Spontanabgang abgewartet werden kann oder aktiv interveniert werden muss, ist entscheidend:

- Symptomatik
- eingeschränkte Nierenfunktion
- drohende Sepsis
- Komorbidität
- persönliche/berufliche Situation des Patienten
- Erreichbarkeit medizinischer Versorgung

#### 4.1.3 Praktisches Vorgehen

Folgende Medikamente fördern den Spontanabgang von Harnsteinen:

- Nicht-steroidale Antiphlogistika (Diclofenac, andere!?)
- Ca-Antagonisten
- $\alpha$ -Rezeptorenblocker,
- Steroide
- Antibiotika
- Spasmoanalgetika (Methamizol, Paracetamol)

[45] (evidence level T1b/A) [96;148] (evidence levels T1b). [35;54;187] **Literatur zu jedem Medikament!**

Urin wird vom Patient zur Asservation ausgeschiedener Konkremeinte gesiebt.

Klinisch und bildgebend wird der Verlauf kontrolliert.

Adjuvante Maßnahmen zur Behandlung von Koliken und anderen Symptomen bzw. Komplikationen.

Die Steinfreiheit wird nach Spontanabgang dokumentiert.

---

#### ANMERKUNG

Die positive oder negative Wirkung folgender Maßnahmen kann nicht abschließend beurteilt werden.

- Körperliche Bewegung
- Forcierte Diurese durch reichliche Flüssigkeitszufuhr
- Phytotherapeutika

## Literatur

---

### **4.1.4 Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten**

Die Risiken des Spontanabganges der Harnsteine besteht einerseits darin, dass die Dauer bis zum Steinabgang unkalkulierbar ist und andererseits während dieser Zeit stets therapie-bedürftige Symptome oder Komplikationen (Koliken Fieber, Sepsis, Niereninsuffizienz) auftreten können, die klinisch nicht oder zu Spät erkannt werden. Daher ist eine Beobachtung bis zum Steinabgang erforderlich.

## **4.2 Therapie der Steinkolik**

### **4.2.1 Prinzip**

Konservative und interventionelle Maßnahmen zur Beseitigung des Kolikschmerzes

### **4.2.2 Voraussetzung**

Der Flankenschmerz bzw. die Kolik sind häufig initiales Symptom. Die Differentialdiagnostik sollte durch eine unspezifische Analgesie nicht erschwert werden. In Abhängigkeit von der Schmerzstärke sollte daher vor der Schmerztherapie eine hinreichende Diagnostik erfolgen.

Die Indikation hängt im Wesentlichen von der subjektiven Schmerzempfindung des Patienten ab.

### **4.2.3 Praktisches Vorgehen**

Die Therapie ist meist bis zur Beseitigung der Ursache (Steinentfernung) durchzuführen und orientiert sich an den allgemeinen Maßgaben zur Schmerztherapie:

- beginnend mit peripher wirkenden Analgetika
- ausreichende Dosierung der Analgetika
- kontinuierliche Applikation günstiger als Kolik (Bedarfs-) orientierte Gabe

Bei insuffizienter Analgesie trotz adäquater Medikation ist ein Wechsel auf interventionelle Maßnahmen erforderlich

#### **4.2.3.1 Analgetika**

Die Steinkolik sollte primär mit einem peripher wirkenden Analgetikum begonnen werden. Die zusätzliche antiphlogistische und spasmolytische

Wirkung von z.B. nicht-steroidalen Antirheumatika ist dabei wünschenswert. Wenn peripher wirkende Analgetika zur Schmerztherapie nicht ausreichen können, ggf. zusätzlich, zentral wirkende Analgetika eingesetzt werden.

Tabelle x gibt eine Übersicht der im deutsch-sprachigen Raum gebräuchlichen Substanzen zur Therapie der Harnstein-Kolik.

**Tabelle 1:** Medikamentöse Schmerztherapie bei Patienten mit Nierenkolik

<b>Medik.- gruppe</b>	<b>Tagesdo sis</b>	<b>Nebenwirkungen</b>	<b>Kontraindikationen</b>
<b>NSAR</b>			
Diclofenac z.B. Voltaren® Resinat	2 x 75 mg/die p.o.	Blutbildungsstörungen, Magen - Darm - Ulzera <u>Selten</u> : Alopezie, Herzinsuffizienz, Vaskulitis, Pneumonitis, aphthöse Stomatitis, Glossitis, Pankreatitis, Photosensibilisierung, Herzklopfen, Schmerzen in der Brust, Hypertonie, passagere Hemmung der Thrombozytenaggregation	Magen-Darm-Ulzera in der Anamnese, Magen-Darm-Beschwerden, akute hepatische Porphyrie, Analgetika- Intoleranz, Asthma bronchiale, kardiale oder hepatische Insuffizienz, Hypertonie, <b>Niereninsuffizienz !!!</b> (Verschlechterung der Nierenfunktion durch Prostaglandinsynthesenhibitoren, außerdem substanzabhängige Nephrotoxizität), 3. Trimenon, strenge Indikationsstellung im 1. und 2. Trimenon, Stillzeit
<b>Cyclooxygenase – 2 – Inhibitoren</b>			
Rofexocib z.B. Vioxx® dolor 50 mg	50 mg 1/die p.o.	Bauchschmerzen, Übelkeit, Sodbrennen, Diarrhoe, Dyspepsie, Verminderung des Hämoglobin- und Hämatokritwertes, Verminderung der Ery- und Leukozytenzahlen, sehr selten aplastische Anämie, sehr selten Überempfindlichkeitsreaktionen, Hypertonie, Pruritus, Ekzem, atopische Dermatitis	Aktives peptisches Ulkus oder gastrointestinale Blutung, Leberfunktionsstörungen, bei eingeschränkter Nierenfunktion Verschlechterung der Nierenfunktion, entzündliche Darmerkrankungen, schwere dekompensierte Herzinsuffizienz, 3. Trimenon
<b>Peripher wirksame Analgetika</b>			
Metamizol z.B. Novalminulfon injekt®	1g bis max. 4 g/die i.v.	Fixes Arzneimittelkzem (selten), tox. epidermale Nekrolyse (selten), bei i.v. Anwendung Blutdruckabfall, Analgetika induziertes Asthma-Syndrom, Agranulozytose, Nierenfunktionsstörung, Überempfindlichkeitsreaktionen	Bekannte Analgetikaintoleranz, allergisch bedingtes Asthma bronchiale, Nierenfunktionsstörungen, Patienten im höheren Lebensalter, mit reduziertem Allgemeinzustand (Dosisreduktion) !!! Parenteral: Hypotonie, instabile Kreislaufsituation, Erkrankungen die mit einer Verminderung der Leukozytenzahlen einhergehen, 1. und 3. Trimenon, Strenge Indikationsstellung 2. Trimenon
<b>Zentral wirksame Medikamente/Opiate</b>			
Tramadol z.B. Tramadol® 100 injekt Lichtenstein	100 mg bis max. 4/die i.v.	Schwitzen, Pruritus, Exanthem, Sedierung, Schwindel, Kopfschmerzen, Rigidität, Atemdepression, Miosis, Mundtrockenheit, Übelkeit, Erbrechen und Obstipation, Spasmen der	Strenge Indikationsstellung in Schwangerschaft und Stillzeit und auch bei Kindern !!! Allergie, bei akuter Vergiftung durch Alkohol, Schlafmittel, Schmerzmittel oder andere
		Pankreasgänge und Gallengänge, Bradykardie, Bronchospasmus, Tonuserhöhung der Harnblase, Blasenentleerungsstörung, bei hohen Dosen zerebrale Krampfanfälle mgl.	Psychopharmaka, bei Drogenentzug, gleichzeitige Einnahme von MAO - Hemmer, bei Störungen des Atemzentrums und der Atemfunktion, Gallenwegserkrankungen, obstruktive und entzündliche Darmerkrankungen,

			Dosisreduktion bei Leber- und Niereninsuffizienz
Pethidin (Dolantin) z.B. Dolantin-100- Injektionslösung®	100 mg bis max. 500 mg/die i.v.	Siehe oben Zusätzlich auch Tachykardie und Verwirrtheit	Siehe oben
Piritramid (Dipidor) z.B. Dipidor- Injektionslösung®	7,5 g bis max. 3/die i.v. (Höchstdosis 22,5 g)	Siehe oben, zusätzlich Singultus, Risiko der Abhängigkeit nimmt mit höheren Dosen und längerer Anwendungsdauer zu, Kreuztoleranz zu anderen Opioiden	Siehe oben
<b>Antidiuretika</b>			
Desmopressin (Desmogalen®) Spray, Minirin® - Nasenspray) z.B. Desmogalen® Spray	40 µg/Spray	Kopfschmerzen, Rhinitis, Übelkeit, Schwindel, Nasenbluten, <u>selten</u> : Hyponatriämie, abdominale Krämpfe, Wasserintoxikation, Anaphylaxie, Thrombose, in schweren Fällen Hirnödeme, Krampfanfälle, Koma	von Willebrand's Syndrom, KHK, Hypertonie, junges Alter, bei Störungen des Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes
<b>Parasympatholytika</b>			
Butylscopolaminium bromid z.B. Buscopan® Ampullen	1 Amp (1ml) = 20 mg bis max. 5ml/die	Gelegentlich Überempfindlichkeitsreaktionen wie Urtikaria oder Dyspnoe. Selten bis zum manifesten Schock. Abnahme der Schweißdrüsensekretion, Hautrötung, Akkomodationsstörungen, Glaukomauslösung, Mundtrockenheit, Tachykardie, Miktionsbeschwerden, Blutdruckabfall	Strenge Indikationstellung im 3. Trimenon und unter der Geburt, kontraindiziert während der Stillzeit !!! Engwinkelglaukom, Blasenentleerungstörung mit Restharn, Tachyarrhythmie, Megacolon, mechanische Störungen im Magen- Darm-Kanal, akutes Lungenödem, schwere Zerebralsklerose, Myasthenia gravis
<b>Alpha - 1<sub>c</sub> - Rezeptorenblocker</b>			
Tamsulosin (Omic® , Alna®) z.B. Omnic® 0,4 Retardkapsel	1 Retardkapsel/ die	Schwindel, retrograde Ejakulation, orthostatische Hypotonie, Schwäche, Kopfschmerzen. In Einzel- fälle Blutdruckabfall möglich, der aber selten zu Synkope führt. Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe, Obstipation. Gelegentlich: Hautausschlag, Pruritus, Urtikaria, Angioödem. <i>Priapismus in Einzelfällen.</i>	Bekannte orthostatische Dysregulation, Leberinsuffizienz, schwere Niereninsuffizienz (Kreatinin-clearance < 10 ml/min)

\* die Auswahl der Präparate richtet sich jeweils nach den günstigsten Handelspräparaten der **Roten Liste 2004**. Die Autoren versichern, dass sie keine finanziellen Verbindungen mit einer Firma haben, deren Produkt in dem Beitrag eine wichtige Rolle spielt (oder mit einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt).  
(Tabelle entnommen aus Rinab et al, DMW, 2004)

Folgende Medikamente wirken spasmolytisch, antiphlogistisch oder können die Analgesie unterstützen:  $\alpha$ -Blocker, Ca-Antagonisten, Nitrate,

Der Einsatz der Akupunktur, des subcutanen Quaddelns und Wärme werden teilweise erfolgreich zur Therapie der Steinkolik eingesetzt (Evidenz-Level 5, Literatur Davenport).

Verstärkter Flüssigkeitszufuhr oder Diuretika führt nicht zu einer Verminderung von akuten Kolik-Beschwerden (Evidenz-Grad ?) (<http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clsysrev/articles/CD004926/frame.html>)

Literatur: Davenport et al BJU 2005

#### 4.2.3.2 Harnleiterschienung und perkutane Nephrostomie

Die Ursache der typischen Steinkolik liegt vorwiegend in der Nozizeption der krampfartigen Kontraktion der glatten Ureter-Muskulatur. Daher wirken die Einlage von Harnleiterschienen (Dilatation des Ureters) und das Einlegen einer Nephrostomie (Druckentlastung mit konsekutiver Verminderung der Ureterperistaltik) analgetisch.

---

### LITERATUR: [...] UND EVIDENZ ZUR KOLIK-THERAPIE

#### 4.2.4 **Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten**

In der Harnsteinkolik kann eine Fornix-Ruptur auftreten. Die Fornixruptur per se stellt keine Indikation zur interventionellen Therapie dar. Insbesondere bei Hinweis auf einen Harnwegsinfekt ist eine Antibiose indiziert.

#### **Literatur**

##### Literatur

1. Cervenakov I, Fillo J, Mardiak J, Kopecny M, Smirala J, Lepies P: Speedy elimination of ureterolithiasis in lower part of ureters with the alpha 1-blocker--Tamsulosin. *Int.Urol.Nephrol.* 34:25-29, 2002
2. Cooper JT, Stack GM, Cooper TP: Intensive medical management of ureteral calculi. *Urology* 56:575-578, 2000
3. Dellabella M, Milanese G, Muzzonigro G: Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones. *J.Urol.* 170:2202-2205, 2003
4. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
5. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
6. Sigala S, Dellabella M, Milanese G, Fornari S, Faccoli S, Palazzolo F, Peroni A, Mirabella G, Cunico SC, Spano P, Muzzonigro G: Evidence for the presence of alpha(1) adrenoceptor subtypes in the human ureter. *Neurourol.Urodyn.* 24:142-148, 2005

### **4.3 Watchful-waiting beim Nierenstein**

#### **4.3.1 Prinzip**

Beim „beobachtenden Abwarten“ werden Symptome und Charakteristika des Steines beobachtet wobei davon ausgegangen wird, dass der Stein symptomlos und unverändert verbleibt.

#### **4.3.2 Voraussetzung**

Diese Strategie wird gewählt, wenn keine ausreichende Indikation (Abwägung Nutzen/Risiken) oder Kontraindikationen zur Steintherapie bestehen. Zusätzlich muss davon auszugehen sein, dass der Stein kein Gesundheitsrisiko für den Patienten darstellt (z.B. symptomloser Divertikelstein, intraparenchymatöser Stein)

#### **4.3.3 Praktisches Vorgehen**

Regelmäßige klinische und bildgebende (vorwiegend sonographische) Kontrolle ist erforderlich. Zusätzliche Harn- und Serum-Untersuchungen werden gezielt eingesetzt

#### **4.3.4 Spezielle Risiken, Komplikations-Möglichkeiten**

Es können symptomlose Schädigungen des Harntraktes (z.B. Hydronephrose oder chronische Entzündungen mit konsekutiver Niereninsuffizienz, subakute Infektion mit Sepsis-Risiko) auftreten.

### **4.4 Extrakorporale Stosswellen-Lithotripsie (ESWL)**

#### **4.4.1 Prinzip**

Für die ESWL werden akustische Wellen durch elektrohydraulische, elektromagnetische oder piezoelektrische Generatoren erzeugt. Durch Fokussierung werden daraus Stoßwellen. Mittels Röntgendurchleuchtung oder Sonographie wird der Stein lokalisiert und in den Fokus der Stoßwelle positioniert. Stoßwellen durchdringen das Körpergewebe und desintegrieren den Stein in spontan abgangsfähige Fragmente.

#### 4.4.2 Voraussetzungen

Die ESWL kann prinzipiell bei allen Steinen des oberen Harntraktes (Niere, Harnleiter) eingesetzt werden, wenn die Voraussetzungen in Tabelle 1 erfüllt sind.

Tabelle 1: Voraussetzung zur erfolgreichen ESWL

Voraussetzung	Anmerkungen
Ausschluss von Kontraindikationen	Schwangerschaft Akute Blutungsneigungen, Antikoagulation Unbehandelter Harnwegsinfekte Tumoren im Stoßwellenbereich Unbehandelte arterielle Hypertonie Akute Pankreatitis Aortenaneurysma im Stoßwellenbereich (Bei Herzschrittmachern oder Defibrillatoren sind die Hinweise der Lithotripter- und Implantat-Hersteller zu beachten)
Ortbarkeit des Steines	Bildgebende Darstellbarkeit des Steines mit Röntgen oder Sonographie Positionierbarkeit des Steines im Fokus der Stoßwellenquelle
Abgangsfähigkeit von Desintegraten	Eingeschränkt durch: Große Steinmasse Abflussbehinderung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Langer, steiler Unterkelch</li> <li>- erworbene Enge d. Harntraktes</li> <li>- Kelch-Divertikel</li> <li>- anatomische Fehlbildungen</li> <li>- Hufeisenniere</li> </ul>

#### 4.4.3 Durchführung - ESWL-Standard

<b>Voruntersuchungen</b>	Siehe Kapitel „Dignostik des Harnsteines“
<b>Monitoring während der Stoßwellenapplikation</b>	Obligat: Klinische Patientenbeobachtung Fakultativ (bei Analgosedierung obligat): EKG, RR-Messung,

	Pulsoximetrie
<b>Analgesie</b>	fakultativ (abhängig von Stoßwellen-Dosis, Patient, Lithotripter)
<b>Lagerung</b>	abhängig von der Anordnung der Stoßwellen-Quellen am Lithotripter und Lokalisation des Steines: Rücken-, Bauch-, Seitenlagerungen
<b>Steinortung und Positionierung im Fokus</b>	Röntgen und/oder Ultraschallortung (abhängig von: Röntgendarstellbarkeit des Steines, Lithotriperausstattung)
<b>SW-Applikation</b>	Stoßwellenanzahl und Stoßwellenenergie abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desintegrationserfolg,</li> <li>- Limitationen des Lithotripters,</li> <li>- Risikofaktoren des Patienten</li> <li>- Schmerzperzeption des Patienten</li> </ul>
<b>SW-Frequenz</b>	Optimaler Frequenzbereich $\leq 90$ SW/min Cave: Herzrhythmusstörungen (ggf. EKG-Triggerung)
<b>Folgeuntersuchungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obligat: Klinischer Status, Sonographie (Hämatom, Dilatation, Desintegration, Reststeine)</li> <li>- Fakultativ: Röntgenleeraufnahme (Desintegration, Reststeine), Asservierung des Steinmaterials</li> </ul>
<b>Wiederholungsbehandlung</b>	Abhängig vom Desintegrationserfolg Intervall der ESWL-Sitzungen bei Stoßwellen-Applikation auf die Niere in Abhängigkeit vom Lithotripter (Cave Hämatom) <b>EVIDENZ!!!</b>

#### 4.4.4 Spezielle Risiken, Komplikationsmöglichkeiten

Risiken und Komplikationen durch die ESWL gliedern sich in solche, die durch direkte Einwirkung der Stoßwelle am Gewebe entstehen und solche, die durch die Passage der Steinfragmente entstehen. Patienten mit den genannten Risikofaktoren für Komplikationen durch direkten Stoßwellen-Einfluss oder durch Fragmentabgang erfordern eine erhöhte Aufmerksamkeit insbesondere in der unmittelbaren Nachbeobachtung.

##### 4.4.4.1 Komplikationen durch Einwirkung der SW am Gewebe

Organ	Komplikation
Niere	Hämaturie (regelmäßig, klinisch nicht relevant) Subcapsulärer seröser Erguß (klinisch

	irrelevant) Renales / perirenales Hämatom (< 1% klinisch relevant) Nierenfunktionseinschränkung (selten andauernd, wenn nicht obstruktiv verursacht)
Ureter	Hämaturie (häufig, klinisch irrelevant) Ureterstenosen (sehr selten)
Umgebendes Gewebe	Hauthämorrhagien (klinisch irrelevant) Arrhythmien während Stoßwellen- Applikation (häufig, selten bedrohlich) In Einzelfällen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verletzungen an Pleura, Lunge, Magen, Darm, Milz, Gefäße , Ruptur eines Aortenaneurysmas</li> <li>▪ Pankreatitis</li> <li>▪ Hämospermie</li> <li>▪ Schädigung von Ovarien oder einer Gravidität</li> <li>▪ Herzinfarkt</li> </ul>

Klinisch relevante Nierenhämatome treten sehr selten auf (< 1%), können aber bedrohlich werden und zum Verlust der Niere führen. Als Risikofaktoren zur Auslösung eines renalen Hämatoms durch ESWL werden diskutiert:

- Antikoagulation (Marcumar, Thrombozyten-Aggregationshemmer), andere angeborene und erworbene Koagulopathien
- inadäquat behandelte arterielle Hypertonie
- Arteriosklerose
- Diabetes mellitus
- Adipositas
- Alter

**Literatur:** [...]Evidenz:

#### 4.4.4.2 Komplikationen durch Fragmentpassage

Grundsätzlich können alle Komplikationen auftreten, die bei einem spontanen Stein-Abgang auftreten können (Koliken, Hydronephrose, Fieber, Sepsis, Nierenfunktionseinschränkung). Die Höhe des Risikos steigt mit der Steinmasse (siehe Indikationen), der proximalen Lage der Fragmente und der Obstruktion des ableitenden Harnsystems. Die Einlage einer Ureterschiene verringert dieses Risiko, besitzt jedoch selber eine gewisse Morbidität.

### 4.5 **Ureterorenoskopie (URS)**

#### 4.5.1 **Prinzip**

Ein semirigides oder flexibles Ureterorenoskop wird transurethral eingeführt und nach Intubation des Ostiums retrograd in den Harnleiter vorgeschoben. Flexible Endoskope werden meist über einen Führungsdraht eingelegt. [40;201] (Evidenzgrade 5). Der Harnstein in Harnleiter oder Niere wird direkt eingesehen, ggf. desintegriert sowie extrahiert. Der antegrade, perkutane Zugang ist in speziellen Fällen indiziert.

#### 4.5.2 **Technische Grundlagen**

##### 4.5.2.1 Endoskope

<b>Ureterorenoskope</b>			
	Kaliber	Einsatzort	Desintegrations- und Extraktionsinstrumente
Semirigide	6,5 - 10 Charr.	Ureter Nierenbecken Oberer Nierenkelch	Alle intrakorporalen Lithotripsiesysteme Fasszangen (flexibel und rigide) Drahtkörbchen
Flexibel (flektierbar $\leq 270^\circ$ )	6 - 11 Charr	Nierenkelche, Divertikel, fixierter oder verlagertes Ureter (retroperitoneale Fixation, operative	Lithotripsiesysteme: - Laser bis 200 $\mu$ m, - elektrohydraulisch, Nitinolkörbchen, Nitinolzangen,

---

Harnableitung, Harnleiterneuimplantation)	Zugangsschäfte
antegrade URS	

---

#### 4.5.2.2 Intrakorporale Lithotripsie

Eine endoskopische, intrakorporeale Lithotripsie wird in der Regel zur Extraktion von Fragmenten >2-3 mm erforderlich. Hierzu werden pneumatische, ultraschallbasierte, lasergenerierende und elektrohydraulische Sonden eingesetzt. Da diese Verfahren zum Teil auch bei der perkutanen Steinbehandlung eingesetzt werden, wurden die einzelnen Lithotripsie Verfahren in einem eigenen Kapitel (4.5.6.) zusammengefasst.

#### 4.5.3 **Voraussetzungen**

Semirigide und insbesondere flexible Instrumente ermöglichen die Steinbehandlung im gesamten oberen Harntrakt.

Tabelle 1: Voraussetzung zur erfolgreichen URS

Voraussetzung	Anmerkungen
Ausschluß von Kontraindikationen	Akute Blutungsneigungen, Antikoagulation Unbehandelte Harnwegsinfekte
Zugang zum Stein	Erschwert bei <ul style="list-style-type: none"> <li>- engem Harnleiter</li> <li>- Prostataadenom</li> <li>- Harnableitung (Conduit, Neoblase, Pouch, Harnleiterdarmimplantation)</li> <li>- Harnleiterneuimplantationen</li> <li>- Ureterocele</li> <li>- Harnleiterstrikturen</li> </ul>
Desintegrierbarkeit des Steines	Abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steinzusammensetzung</li> <li>- Intrakorporalem Lithotriper</li> </ul>

---

#### 4.5.4 Praktisches Vorgehen

Analgesie	Allgemeinnarkose Spinalanästhesie im Einzelfall Analgosedierung [46] (Evidenzgrad 5)
Lagerung	Steinschnitt Trendelenburg (Kopftieflagerung)
Cystoskopie	fakultativ
Röntgen	Retrogrades Pyelogramm (fakultativ) Intraoperative Kontrollmöglichkeit (empfohlen)
Harnleiter-Sondierung	fakultativ
Harnleiter-Dilatation	fakultativ

#### ANMERKUNGEN

##### Harnleiter-Dilatation

Die heute verwendeten dünnen Ureterorenoskope erlauben in den meisten Fällen eine Intubation des Ostiums ohne vorherige Dilatation. Ist dennoch eine separate Dilatation erforderlich, stehen Ballon- und Kunststoffbougies zur Verfügung. Die DJ-Einlage mit verzögerter URS nach mehreren Tagen stellt eine schonende Alternative zur Dilatation dar.

Flexible Endoskope werden meist über einen Führungsdraht eingelegt. [41;202] (Evidenzgrade 5).

Besonders bei größerer Steinmasse, die multiple Harnleiterpassagen erfordert, kann der Eingriff durch Einsatz von Zugangsschäften erleichtert werden [1;204] (Evidenzgrade 5)

##### Steinmanipulation

Kleine Steine werden primär durch Zangen oder Körbchen extrahiert. Steine > 2-3mm müssen meist erst desintegriert werden. Ziel der Steindesintegration sollte es sein, extrahierbare oder abgangsfähige Fragmente zu erhalten.

##### Harnleiterschienung nach URS

Nach URS ist die Einlage von Harnleiterstents in folgenden Fällen erforderlich[86;92;191] (Evidenzgrade 3a, 2b, 2b):

- Signifikante Restfragmente
- Harnleiterdilatation / -traumatisierung (Dilatation, Schleimhautarrosion, Perforation)
- Lange OP-Zeit
- Ödematöses Steinbett

Die Dauer der DJ-Behandlung richtet sich nach der Indikation, in der Regel sind 7-14 Tage ausreichend.

Harnleiterstents können zu vermehrten irritativen Beschwerden führen [24](Evidenzgrad 1b) [83] (Evidenzgrad 4). Ein Routinestenting nach atraumatischer URS ist nicht erforderlich.

---

#### **4.5.5 Spezielle Risiken, Komplikationen**

Leichtere Komplikationen stellen Fieber, Makrohämaturie und Schmerzen dar. Die Rate an signifikanten Komplikationen (Sepsis, Ureterperforation bzw. -abrisse) wird in der Literatur mit 3-11% angegeben. Harnleiterstrikturen als Langzeitkomplikation sind heute selten und werden auf 1-3% geschätzt, vorangegangene Ureter-Perforationen stellen den wichtigsten Risikofaktor dar [61;166;171;213] (Evidenzgrade 1a, 2b, 4, 4)

#### References

1. Troy, A. J., Anagnostou, T., and Tolley, D. A.: Flexible upper tract endoscopy. *BJU Int*, **93**: 671, 2004
2. Chiu, K. Y., Cai, Y., Marcovich, R. et al.: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU Int*, **93**: 115, 2004
3. Cybulski, P. A., Joo, H., and Honey, R. J.: Ureteroscopy: anesthetic considerations. *Urol Clin North Am*, **31**: 43, 2004
4. Troy, A. J., Anagnostou, T., and Tolley, D. A.: Flexible upper tract endoscopy. *BJU Int*, **93**: 671, 2004
5. Chiu, K. Y., Cai, Y., Marcovich, R. et al.: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU Int*, **93**: 115, 2004
6. Vanlangendonck, R. and Landman, J.: Ureteral access strategies: pro-access sheath. *Urol Clin North Am*, **31**: 71, 2004
7. Abrahams, H. M. and Stoller, M. L.: The argument against the routine use of ureteral access sheaths. *Urol Clin North Am*, **31**: 83, 2004
8. Knudsen, B. E., Beiko, D. T., and Denstedt, J. D.: Stenting after ureteroscopy: pros and cons. *Urol Clin North Am*, **31**: 173, 2004
9. Jeong, H., Kwak, C., and Lee, S. E.: Ureteric stenting after ureteroscopy for ureteric stones: a prospective randomized study assessing symptoms and complications. *BJU Int*, **93**: 1032, 2004

10. Srivastava, A., Gupta, R., Kumar, A. et al.: Routine stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi is unnecessary: results of a randomized controlled trial. J Endourol, **17**: 871, 2003
11. Borboroglu, P. G., Amling, C. L., Schenkman, N. S. et al.: Ureteral stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi: a multi-institutional prospective randomized controlled study assessing pain, outcomes and complications. J Urol, **166**: 1651, 2001
12. Hosking, D. H., McColm, S. E., and Smith, W. E.: Is stenting following ureteroscopy for removal of distal ureteral calculi necessary? J Urol, **161**: 48, 1999
13. Segura, J. W., Preminger, G. M., Assimos, D. G. et al.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J Urol, **158**: 1915, 1997
14. Yaycioglu, O., Guvel, S., Kilinc, F. et al.: Results with 7.5F versus 10F rigid ureteroscopes in treatment of ureteral calculi. Urology, **64**: 643, 2004
15. Devarajan, R., Ashraf, M., Beck, R. O. et al.: Holmium: YAG lasertripsy for ureteric calculi: an experience of 300 procedures. Br J Urol, **82**: 342, 1998
16. Schuster, T. G., Hollenbeck, B. K., Faerber, G. J. et al.: Complications of ureteroscopy: analysis of predictive factors. J Urol, **166**: 538, 2001

## **4.6 Percutane Nephrolitholapaxie (PCNL)**

### **4.6.1 Prinzip**

Über ein perkutan eingebrachtes Nephroskop werden die Steine unter Sicht desintegriert und / oder extrahiert. [111]

### **4.6.2 Technische Grundlagen**

Nephroskope stehen in einer Größe von 16 - 27 CH zur Verfügung. Zur Nephroskopie werden die Geräte über einen Arbeitsschaft (Amplatz-Schaft aus Kunststoff oder Endoskop-Schaft aus Metall) mit einer Stärke zwischen ca 18 und 27 Charr. eingebracht.

Die verfügbaren intracorporalen Lithotripsiesysteme (vgl. Kap. 4.xx.) sind separat dargestellt.

Der Einsatz flexibler Endoskope (7-15 Charr) über den Zugangsschaft kann bei schwer zugänglichen Kelchen hilfreich sein.

#### 4.6.3 Voraussetzungen

Voraussetzung	Anmerkungen
Ausschluss von Kontraindikationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akute Blutungsneigungen, Antikoagulation</li> <li>- unbehandelte Harnwegsinfekte</li> <li>- Tumor im Zugangsbereich</li> <li>- Schwangerschaft</li> </ul>
Zugang zum Stein	Erschwert bei: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skelettanomalien</li> <li>- Nierenanomalien</li> <li>- Darminterposition</li> <li>- Pleurainterposition</li> </ul>

#### 4.6.4 Praktisches Vorgehen

Maßnahmen	Anmerkungen
Analgesie	Allgemeinnarkose Analgesedierung (fakultativ)
Harnleitersondierung	Fakultativ Zur Dilatation des Nierenbecken-Kelch-Systems und Kontrastierung (Kontrastmittel, Methylenblau)
Lagerung	Bauchlage Fakultativ Seitlage, Rückenlage
Nephrostomie-Anlage	Punktion des Hohlsystems über Papille in Kelch in Seldingertechnik
Dilatation des Nephrostomie-Traktes	Metall-, Kunststoff-Bougies, Ballon
Nephroskopie	Orientierung über Anatomie, komplizierende

	Situationen, Zugang zum Stein
Lithotripsie und Stein- bzw. Fragmententfernung	Diverse Lithotripsie-Systeme
Antegrade Harnleiterschiene	Fakultativ
Abschluß-Dokumentation (Röntgen)	Steinfreiheit, Restkonkremente, Ausschluß Komplikation (Perforation), ggf. Abfluß- Kontrolle
Nephrostomie-Einlage	als Routine empfohlen (fakultativ Verzicht auf Nephrostomie bei gesichertem Harnabfluß aus der Niere, Steinfreiheit und Blutungsfreiheit)
Lokale Chemolitholyse	In Einzelfällen

---

## ANMERKUNGEN

### Harnleitersondierung

Bei unzureichender Dilatation des Hohlsystems ist die Punktion und die Anlage der Nephrostomie erschwert oder unmöglich. In diesen Fällen kann die retrograde Anlage eines Ureterkatheters (ggf. mit Ballon-Block im Harnleiter) und die Dilatation des Hohlsystems mit Kontrastmittel (ggf. gemischt mit Blaulösung) notwendig sein.

### Anlage des Nephrostomietraktes

Die Herstellung des Nephrostomietraktes geschieht unter radiologischer und/oder sonografischer Steuerung. Bei der Punktion über den dorsalen Kelch der unteren Kelchgruppe ist das Risiko der Blutung gering. Über diesen Weg sind meist die untere Kelchgruppe, das Nierenbecken und die obere Kelchgruppe zugänglich. Auch der Zugang über die mittlere oder obere Kelchgruppe (supracostal) ist möglich[133;183]. Spezielle Steinsituationen erfordern unterschiedliche, ggf. auch mehrere Zugänge zum Nierenhohlraum[8].

### Anatomie

Spezielle anatomische Gegebenheiten können die PCNL erschweren. So bieten z.B. enge Kelchhalse, Kelchdivertikel oder komplette Ausguß-Steine wenig Platz zur Punktion und Dilatation. Dies sind Situationen, die spezielle Erfahrung in der Durchführung der PCNL erfordern.

### Mini-PCNL

Bei der Mini-PCNL wird der Nephrostomietrakt nur auf 18-21 Charr dilatiert (konventionelle PCNL 26-30 Charr). Es wird diskutiert, dass hierbei das Trauma für die Niere reduziert wird und damit eine Alternative zur ESWL bzw. flexiblen URS für die Behandlung von kleineren Nierensteinen zur Verfügung steht (Evidenz-Grad 4) [50;97;195].

### Flexible Nephroskopie:

Flexible Endoskope können über den PCNL-Schaft eingeführt werden, um Steine aus sonst nicht einsehbaren Anteilen des Hohlsystems zu erreichen. Mit entsprechenden Instrumenten

(vgl. flexible URS) können dort die Steine desintegriert und geborgen werden. Auf diesem Weg kann auch der gesamte Harnleiter eingesehen werden (antegrade Ureterorenoskopie).

#### Abschlußdokumentation und Nephrostomie-Einlage

Zum Abschluß der PCNL wird der Nachweis der Steinfreiheit oder die Beurteilung der Restfragmente endoskopisch und durch die Röntgenaufnahme vor und nach Kontrastmittel-Anspritzen überprüft[149]. Bei schwer erreichbaren Reststeinen oder Auftreten von Komplikationen kann der Eingriff abgebrochen werden. Später kann einer Re-PCNL oder alternative Therapie ergänzt werden. Es wird in der Regel eine Nephrostomie bis zum Nachweis der sistierenden Blutung, der Steinfreiheit und bis zum Nachweis des regulären Urin-Abflusses über den Harnleiter eingelegt.

#### Reststeine

Bei Reststeinen besteht die Option der adjuvanten ESWL oder second look PCNL.

#### Nephrostomie-freie („tubeless“) PCNL

Auf die Einlage einer Nephrostomie nach PCNL kann unter speziellen Bedingungen verzichtet werden: bei Steinfreiheit, gesichertem Urin-Abfluß, Blutungsfreiheit. (Evidenz-Grad 3b) [76;177]

#### Chemolitholyse

Bei Struvitsteinen kann der Stein durch Irrigationslitholyse aufgelöst werden. Die Indikation besteht bei endourologisch nicht erreichbaren oder diffus im NBKS verteilten kleinen Reststeinen (Ausgangspunkt für Rezidivsteine) nach PCNL. (vgl. Kap. 2.4.x und 4.10). Voraussetzung zur Irrigation ist ein Zu- und ungehinderter Ablauf des Spülmediums und ein genaues Patientenmonitoring.

---

### **4.6.5 Spezielle Risiken, Komplikationen**

Die Komplikationsrate ist unter anderem abhängig von Größe und Lokalisation des Steines, Anzahl der benötigten Nephrostomie-Trakte und Voroperationen an der Niere (Evidenz-Grad 4), [14;161]. Nach offenen Voroperationen ist die Komplikationsrate höher (Evidenz-Grad 4), [19;110]

Folgende Komplikationen sind typisch:

- Fieber, Sepsis[32]
- Transfusionspflichtige Blutung[73]
- Einschwemmung[94;154]
- Darmperforation[69;134]
- Pleura-Läsion
- Subpelvine Stenose [140;209]
- Nierenverlust
- Offene Revision

## **Literatur**

Literatur

1. Atici S, Zeren S, Aribogan A: Hormonal and hemodynamic changes during percutaneous nephrolithotomy. *Int.Urol.Nephrol.* 32:311-314, 2001
2. Basiri A, Karrami H, Moghaddam SM, Shadpour P: Percutaneous nephrolithotomy in patients with or without a history of open nephrolithotomy. *J.Endourol.* 17:213-216, 2003
3. Cadeddu JA, Chen R, Bishoff J, Micali S, Kumar A, Moore RG, Kavoussi LR: Clinical significance of fever after percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 52:48-50, 1998
4. Goswami AK, Shrivastava P, Mukherjee A, Sharma SK: Management of colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidney. *J.Endourol.* 15:989-991, 2001
5. Gremmo E, Ballanger P, Dore B, Aubert J: [Hemorrhagic complications during percutaneous nephrolithotomy. Retrospective studies of 772 cases]. *Prog.Urol.* 9:460-463, 1999
6. Kukreja RA, Desai MR, Sabnis RB, Patel SH: Fluid absorption during percutaneous nephrolithotomy: does it matter? *J.Endourol.* 16:221-224, 2002
7. Noor Buchholz NP: Colon perforation after percutaneous nephrolithotomy revisited. *Urol.Int.* 72:88-90, 2004
8. Parsons JK, Jarrett TW, Lancini V, Kavoussi LR: Infundibular stenosis after percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 167:35-38, 2002
9. Pugach JL, Moore RG, Parra RO, Steinhardt GF: Massive hydrothorax and hydro-abdomen complicating percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 162:2110-2111, 1999
10. Rodrigues NN, Jr., Claro JA, Ferreira U: Is percutaneous monotherapy for staghorn calculus still indicated in the era of extracorporeal shockwave lithotripsy? *J.Endourol.* 8:195-197, 1994

## ***4.7 Intrakorporale Lithotripsie***

### **4.7.1 Pneumatische Lithotripter**

Pneumatische (ballistische) Lithotripter haben eine hohe Effizienz insbesondere bei porösen Steinen. Es besteht ein geringes Risiko der unkalkulierten Ureter-Verletzung. Problematisch ist allerdings die Propulsion des Steines, die zur Steinreposition in ungünstigere Lokalisationen führen kann[157;197].

Pneumatische Sonden führen zu einer signifikanten Einschränkung der Steuerbarkeit von flexiblen Endoskopen[116;215]

### **4.7.2 Ultraschall-basierte Lithotripter**

Ultraschall-basierte Lithotripter sind mit einer simultanen Absaugung kombiniert, dadurch wird der Stein desintegriert und kleinere Fragmente sofort entfernt. Der größere Sondendurchmesser limitiert den Einsatz dieser Technik

#### **4.7.3 Laserlithotripter**

Der Ho:YAG Laser desintegriert Steine aller chemische Zusammensetzungen ([199]. In Verbindung mit der 200 µm Sonde scheint der Ho:YAG Laser für die flexible URS die Methode der Wahl darzustellen[16;56;72;189]. Bei direktem Kontakt zum Gewebe kann es aufgrund des Schneide-Effektes zu Perforationen von Harnleiter und Nierenbecken kommen [24].

Nd:YAG Laser werden mit Frequenz-verdoppelung eingesetzt. Im Gewebe wirkt der Nd:YAG-Laser koagulierend und besitzt damit ein geringes Perforationsrisiko. Dieser Laser erzielen jedoch bei harten Konkrementen (z. B. Calciumoxalat-Monohydrat) nur eingeschränkte und bei Zystinsteinen keine ausreichende Desintegration[55].

#### **4.7.4 Elektrohydraulische Lithotripter**

Mittels flexiblen elektrohydraulischen Lithotripsiesonden (EHL) können grundsätzlich Steine aller chemischen Zusammensetzungen fragmentiert werden. Es besteht ein erhebliches Risiko der Gewebeverletzung durch die ungerichtete Ausbreitung der thermischen und mechanischen Energie.

#### **4.7.5 Steinextraktion (Körbchen, Zangen)**

Kleine Konkemente können primär oder nach vorheriger Desintegration mit Zange oder Drahtkörbchen entfernt werden. Beim Einsatz von Körbchen besteht das Risiko des Steckenbleibens im Harnleiter [[7;17;170]].

Körbchen aus Nitinol (Nickel-Titanium-Legierung) eignen sich durch ihre Flexibilität und das geringe Traumatisierungsrisiko besonders gut zur Steinextraktion bei der flexiblen Ureterorenoskopie.

### ***4.8 Offene Steinoperationen***

#### **4.8.1 Grundsätzliches**

Die meisten Steine können heute mittels ESWL oder endourologischer Verfahren entfernt werden. Die Rate an offenen Steinentfernungen aus der Niere ist auf ca.1% aller Steinentfernungen gesunken. Überall dort, wo das Therapieziel mit ESWL oder Endourologie nicht, oder nur mit mehreren

Therapieschritten erreicht werden kann, bleibt die offene Operation eine nicht zu vergessende Option.

#### 4.8.2 Prinzip

Offen-chirurgische Freilegung der betroffenen Niere und Steinentfernung über Pyelotomie oder Nephrotomie(n), ggf. Nierenteilresektion (Polresektion, s.dort)

#### 4.8.3 Technische Grundlagen

Offene Nierensteinoperation	Optionen
Ischämie und Kühlung	Extern („steriles Eis“)
Steinortung	Intraoperatives Röntgen Intraoperative Sonographie
Gefäßortung	Intraoperativer Doppler
Spezialinstrumente	Gefäßklemmen Instrumente zur Freilegung und Extraktion von Steinen, Spateln, Markierungsnadeln

#### 4.8.4 Voraussetzungen

Voraussetzung	Anmerkungen
Ausschluß von Kontraindikationen	Akute Blutungsneigungen, Antikoagulation Unbehandelte Harnwegsinfekte Risikostatus des Patienten
Kenntnis der Steinausdehnung und Nierenanamotomie	Bildgebung (Sonografie, AUG, CT)
Kenntnis der Nierenfunktion	Isotopennephrogramm
Zugang zum Stein	Erschwert bei <ul style="list-style-type: none"> <li>- Voroperationen</li> <li>- Adipositas</li> <li>- anatomischen Anomalien</li> </ul>
Entfernbarkeit des Steines	Abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steinzusammensetzung ?</li> </ul>

- 
- Größe und Verzweigung des Steines
- 

#### 4.8.5 Praktisches Vorgehen

Analgesie	Allgemeinnarkose
Lagerung	Seitenlagerung für Subcostalschnitt
Renoprotektive Maßnahmen	Mannit, Hypothermie während renaler Ischämie
Steinfreilegung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ einfache Pyelo- und Ureterolithotomie</li> <li>▪ erweiterte Pyelolithotomie nach Gil Vernet</li> <li>▪ Pyelonephrolithotomie</li> <li>▪ anatrope oder radiäre Nephrotomie(n)</li> </ul>
Nephrotomieverschluss	Naht, Fibrinkleber, etc
Weitere Therapieziele	Ggf. Nephrectomie Ggf. Pyeloplastik

---

#### ANMERKUNGEN

Verschuß der Nierenarterie länger als 20-30 Minuten für Arbeiten in Ischämie führt zu irreversiblen Funktionsverlust der Niere. In diesen Fällen schon eine lokale Hypothermie die Niere. Die Kerntemperatur der Niere soll unter 20°C liegen. In der Regel wird dazu fein zerkleinertes, steriles Eis um die Niere gepackt oder die Niere transvasal mit einem Kühlmittel perfundiert. Renoprotektion mit verschiedenen Medikamenten wird angegeben [51;108] (Evidenzgrade 4)

---

#### 4.8.6 Spezielle Risiken, Komplikationen

Der durchschnittliche Blutverlust liegt im Durchschnitt unter 500ml. Relativ am höchsten ist er bei der anatrophen Nephrolithotomie (750ml), am geringsten bei der Ureterolithotomie. Die sonstige Komplikationsrate ist bei entsprechender Expertise gering, kann aber auch bis 13% erreichen [13;138].

#### Literatur

Literatur

1. Ather MH, Paryani J, Memon A, Sulaiman MN: A 10-year experience of managing ureteric calculi: changing trends towards endourological intervention--is there a role for open surgery? *BJU.Int.* 88:173-177, 2001
2. Auge BK, Munver R, Kourambas J, Newman GE, Wu NZ, Preminger GM: Neoinfundibulotomy for the management of symptomatic caliceal diverticula. *J.Urol.* 167:1616-1620, 2002
3. de Petriconi RC, Gschwendt J, Hautmann RE: [New technique of hypothermic renal protection in surgery for tumor of the solitary kidney]. *J.Urol.(Paris)* 101:125-131, 1995
4. Marberger M, Georgi M, Guenther R, Hohenfellner R: Simultaneous balloon occlusion of the renal artery and hypothermic perfusion in in situ surgery of the kidney. *J.Urol.* 119:463-467, 1978
5. Paik ML, Wainstein MA, Spirnak JP, Hampel N, Resnick MI: Current indications for open stone surgery in the treatment of renal and ureteral calculi. *J.Urol.* 159:374-378, 1998

## **4.9 Chemolitholyse**

### **4.9.1 Prinzip**

Oral oder lokal über einen Katheter wird eine Substanz zum Stein oder Restfragmenten gebracht, der diese auflöst.

### **4.9.2 Orale Chemolitholyse**

Die orale Chemolitholyse ist nur bei Harnsäurekonkrementen effizient. Sie beruht auf einer permanenten Harnalkalisierung in den pH-Bereich zwischen 7,0 und 7,2. Hierzu werden entweder Alkalicitrate (kontraindiziert bei Niereninsuffizienz) oder Natriumbicarbonat eingesetzt. Besteht gleichzeitig eine Hyperurikosurie und/oder Hyperurikämie sollten die Harnsäurespiegel mit Allopurinol (100 - 300 mg/d) gesenkt werden. Während der Lysetherapie ist eine suffiziente Diurese wichtig. Da die orale Chemolitholyse non-invasiv ist, sollte sie beim Harnsäurestein routinemäßig den instrumentellen Optionen vorgezogen werden. Auch wiederholte Versuche sind gerechtfertigt (EBM -level 2 [125;180]).

**Eine Kontraindikation** zur oralen Chemolitholyse ist der unbehandelte Harnwegsinfekt.

### 4.9.3 Irrigationschemolitholyse

#### 4.9.3.1 Voraussetzungen

Für die Irrigationschemolitholyse eignen sich prinzipiell Cystin-, Harnsäure- und Infektkongremente. Bei diesen Steinarten ist die Chemolitholyse zwar effektiv, dauert jedoch häufig Tage bis Wochen. Deshalb wird sie heute nur adjuvant nach endourologischer Primärtherapie, nach frustraner Vorbehandlung oder mangels geeigneter Alternativen eingesetzt werden. Calciumhaltige Harnsteine sind de facto nicht effektiv chemolitholysierbar. Allgemein gilt eine maximale Oberflächenvergrößerung der zu chemolitholysierenden Steinmasse als vorteilhaft.

#### 4.9.3.2 Vorgehen

Die Durchführung einer Irrigationschemolitholyse setzt einen percutanen oder transurethralen Zugang zum Hohlraum voraus. An der Steinmasse werden ein Zu- und Ablaufkatheter platziert. Heute sollten nur noch druck- und flowkontrollierte Irrigationssysteme Verwendung finden, um Komplikationen durch zu hohe Spül drücke bzw. Obstruktionen des Spülsystems zu vermeiden. Vor Beginn der Chemolitholyse muß die zu lysierende Harnsteinart bekannt sein, d.h. in idealer Weise eine Harnsteinanalyse vorliegen. Andernfalls sollte zumindest anhand der klinischen Befunde die Harnsteinart bestimmbar sein. Die Dauer der Chemolitholyse ist variabel und hängt von der zu lysierenden Steinmasse ab.

#### 4.9.3.3 Steinartspezifische Spüllösungen

Harnsteinart	Chemolitholytikum		pH-Wert der Spüllösung
Struvit	Renacidin	10%	3,5 - 4
	Soby's Lösung		
Harnsäure	Natriumbicarbonat	1,1%	8,7
	N-Acetylcystein	2%	7,7
Cystin	in Natriumbicarbonat	2,5%	
	Trihydroxymethyl-		8,5 - 9,0

---

---

aminomethan (THAM)

---

---

#### 4.9.3.4 Limitationen

Bei Infektsteinen wird flankierend zur Chemolitholyse eine resistenzgerechte Antibiotikaphylaxe empfohlen. Mischkomponenten im Infektstein, wie Calciumoxalat, reduzieren den Erfolg der Litholyse. Bei Ausgusssteinen sollte wegen der teilweise wochenlangen Irrigationszeiten eine kritische Indikationsstellung erfolgen.

Auch bei Irrigationslitholyse von Cystin- und Harnsäure-Steinen ist die lange Therapiedauer der Grund für die seltene Indikationsstellung.

#### 4.9.3.5 Spezielle Risiken, Komplikationen

Durch Dislokation bzw. Obstruktion der Harndrainagen kann ein intravasales oder retroperitoneales Paravasat entstehen, hierbei sind toxischen Reaktionen und/oder septischen Einschwemmungen möglich.

## **Literatur**

### Reference List

1. Abrahams HM, Stoller ML: The argument against the routine use of ureteral access sheaths. Urol.Clin.North Am. 31:83-87, 2004
2. Aksoy Y, Ozbey I, Atmaca AF, Polat O: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using a mpl-9000 lithotripter. World J.Urol. 22:115-119, 2004
3. Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, Kahn RI, Leveillee RJ, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., Munch LC, Nakada SY, Newman RC, Pearle MS, Preminger GM, Teichman J, Woods JR: Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. J.Urol. 166:2072-2080, 2001
4. Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, Kahn RI, Leveillee RJ, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., Munch LC, Nakada SY, Newman RC, Pearle MS, Preminger GM,

- Teichman J, Woods JR: Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. *J.Urol.* 166:2072-2080, 2001
5. Anagnostou T, Tolley D: Management of ureteric stones. *Eur.Urol.* 45:714-721, 2004
  6. Asgari MA, Safarinejad MR, Hosseini SY, Dadkhah F: Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal calculi during early pregnancy. *BJU.Int.* 84:615-617, 1999
  7. Ather MH, Abid F, Akhtar S, Khawaja K: Stone clearance in lower pole nephrolithiasis after extra corporeal shock wave lithotripsy - the controversy continues. *BMC.Urol.* 3:1, 2003
  8. Ather MH, Paryani J, Memon A, Sulaiman MN: A 10-year experience of managing ureteric calculi: changing trends towards endourological intervention--is there a role for open surgery? *BJU.Int.* 88:173-177, 2001
  9. Atici S, Zeren S, Aribogan A: Hormonal and hemodynamic changes during percutaneous nephrolithotomy. *Int.Urol.Nephrol.* 32:311-314, 2001
  10. Auge BK, Munver R, Kourambas J, Newman GE, Preminger GM: Endoscopic management of symptomatic caliceal diverticula: a retrospective comparison of percutaneous nephrolithotripsy and ureteroscopy. *J.Endourol.* 16:557-563, 2002
  11. Bagley DH: Expanding role of ureteroscopy and laser lithotripsy for treatment of proximal ureteral and intrarenal calculi. *Curr.Opin.Urol.* 12:277-280, 2002
  12. Bagley DH, Kuo RL, Zeltser IS: An update on ureteroscopic instrumentation for the treatment of urolithiasis. *Curr.Opin.Urol.* 14:99-106, 2004
  13. Basiri A, Karrami H, Moghaddam SM, Shadpour P: Percutaneous nephrolithotomy in patients with or without a history of open nephrolithotomy. *J.Endourol.* 17:213-216, 2003
  14. Beck EM, Riehle RA, Jr.: The fate of residual fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy of infection stones. *J.Urol.* 145:6-9, 1991
  15. Bichler KH, Lahme S, Strohmaier WL: Indications for open stone removal of urinary calculi. *Urol.Int.* 59:102-108, 1997
  16. Bierkens AF, Hendrikx AJ, Lemmens WA, Debruyne FM: Extracorporeal shock wave lithotripsy for large renal calculi: the role of ureteral stents. A randomized trial. *J.Urol.* 145:699-702, 1991

17. Borboroglu PG, Amling CL, Schenkman NS, Monga M, Ward JF, Piper NY, Bishoff JT, Kane CJ: Ureteral stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi: a multi-institutional prospective randomized controlled study assessing pain, outcomes and complications. *J.Urol.* 166:1651-1657, 2001
18. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
19. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
20. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
21. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
22. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
23. Cadeddu JA, Chen R, Bishoff J, Micali S, Kumar A, Moore RG, Kavoussi LR: Clinical significance of fever after percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 52:48-50, 1998
24. Cass AS: Ureteral stenting with extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Urology* 39:446-448, 1992
25. Cervenakov I, Fillo J, Mardiak J, Kopecny M, Smirala J, Lepies P: Speedy elimination of ureterolithiasis in lower part of ureters with the alpha 1-blocker--Tamsulosin. *Int.Urol.Nephrol.* 34:25-29, 2002
26. Chen RN, Strem SB: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole calculi: long-term radiographic and clinical outcome. *J.Urol.* 156:1572-1575, 1996
27. Chen RN, Strem SB: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole calculi: long-term radiographic and clinical outcome. *J.Urol.* 156:1572-1575, 1996
28. Chiong E, Hwee ST, Kay LM, Liang S, Kamaraj R, Esuvaranathan K: Randomized controlled study of mechanical percussion, diuresis, and inversion therapy to assist passage of lower pole renal calculi after shock wave lithotripsy. *Urology* 65:1070-1074, 2005

29. Chiu KY, Cai Y, Marcovich R, Smith AD, Lee BR: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU.Int.* 93:115-119, 2004
30. Chiu KY, Cai Y, Marcovich R, Smith AD, Lee BR: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU.Int.* 93:115-119, 2004
31. Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC: Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am.J.Roentgenol.* 178:101-103, 2002
32. Collins JW, Keeley FX, Jr.: Is there a role for prophylactic shock wave lithotripsy for asymptomatic calyceal stones? *Curr.Opin.Urol.* 12:281-286, 2002
33. Cooper JT, Stack GM, Cooper TP: Intensive medical management of ureteral calculi. *Urology* 56:575-578, 2000
34. Cybulski PA, Joo H, Honey RJ: Ureteroscopy: anesthetic considerations. *Urol.Clin.North Am.* 31:43-7, viii, 2004
35. D'a Honey RJ, Luymes J, Weir MJ, Kodama R, Tariq N: Mechanical percussion inversion can result in relocation of lower pole stone fragments after shock wave lithotripsy. *Urology* 55:204-206, 2000
36. Dasgupta P, Cynk MS, Bultitude MF, Tiptaft RC, Glass JM: Flexible ureterorenoscopy: prospective analysis of the Guy's experience. *Ann.R.Coll.Surg.Engl.* 86:367-370, 2004
37. de Petriconi RC, Gschwendt J, Hautmann RE: [New technique of hypothermic renal protection in surgery for tumor of the solitary kidney]. *J.Urol.(Paris)* 101:125-131, 1995
38. Deliveliotis C, Giannakopoulos S, Louras G, Koutsokalis G, Alivizatos G, Kostakopoulos A: Double-pigtail stents for distal ureteral calculi: an alternative form of definitive treatment. *Urol.Int.* 57:224-226, 1996
39. Deliveliotis CH, Argyropoulos B, Chrisofos M, Dimopoulos CA: Shockwave lithotripsy in unrecognized pregnancy: interruption or continuation? *J.Endourol.* 15:787-788, 2001
40. Dellabella M, Milanese G, Muzzonigro G: Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones. *J.Urol.* 170:2202-2205, 2003
41. Delvecchio FC, Auge BK, Brizuela RM, Weizer AZ, Zhong P, Preminger GM: In vitro analysis of stone fragmentation ability of the FREDDY laser. *J.Endourol.* 17:177-179, 2003

42. Delvecchio FC, Preminger GM: Endoscopic management of urologic disease with the holmium laser. *Curr.Opin.Urol.* 10:233-237, 2000
43. Demirel A, Suma S: The efficacy of non-contrast helical computed tomography in the prediction of urinary stone composition in vivo. *J.Int.Med.Res.* 31:1-5, 2003
44. Desai M, Ridhorkar V, Patel S, Bapat S, Desai M: Pediatric percutaneous nephrolithotomy: assessing impact of technical innovations on safety and efficacy. *J.Endourol.* 13:359-364, 1999
45. Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL, Hoenig DM, Chandhoke P, Lingeman JE, Denstedt JD, Kahn R, Assimos DG, Nakada SY: Lower-pole caliceal stone clearance after shockwave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and flexible ureteroscopy: impact of radiographic spatial anatomy. *J.Endourol.* 12:113-119, 1998
46. Elbahnasy AM, Shalhav AL, Hoenig DM, Elashry OM, Smith DS, McDougall EM, Clayman RV: Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J.Urol.* 159:676-682, 1998
47. Evans HJ, Wollin TA: The management of urinary calculi in pregnancy. *Curr.Opin.Urol.* 11:379-384, 2001
48. Gaur DD, Trivedi S, Prabhudesai MR, Madhusudhana HR, Gopichand M: Laparoscopic ureterolithotomy: technical considerations and long-term follow-up. *BJU.Int.* 89:339-343, 2002
49. Ghoneim IA, Ziada AM, Elkatib SE: Predictive factors of lower calyceal stone clearance after Extracorporeal Shockwave Lithotripsy (ESWL): a focus on the infundibulopelvic anatomy. *Eur.Urol.* 48:296-302, 2005
50. Goswami AK, Shrivastava P, Mukherjee A, Sharma SK: Management of colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidney. *J.Endourol.* 15:989-991, 2001
51. Graber SF, Danuser H, Hochreiter WW, Studer UE: A prospective randomized trial comparing 2 lithotriptors for stone disintegration and induced renal trauma. *J.Urol.* 169:54-57, 2003
52. Grasso M, Bagley D: A 7.5/8.2 F actively deflectable, flexible ureteroscope: a new device for both diagnostic and therapeutic upper urinary tract endoscopy. *Urology* 43:435-441, 1994
53. Grasso M, Chalik Y: Principles and applications of laser lithotripsy: experience with the holmium laser lithotrite. *J.Clin.Laser Med.Surg.* 16:3-7, 1998

54. Gremmo E, Ballanger P, Dore B, Aubert J: [Hemorrhagic complications during percutaneous nephrolithotomy. Retrospective studies of 772 cases]. *Prog.Urol.* 9:460-463, 1999
55. Gunes A, Yahya UM, Yilmaz U, Baydinc C, Soylu A: Percutaneous nephrolithotomy for pediatric stone disease--our experience with adult-sized equipment. *Scand.J.Urol Nephrol.* 37:477-481, 2003
56. Gupta NP, Singh DV, Hemal AK, Mandal S: Infundibulopelvic anatomy and clearance of inferior caliceal calculi with shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 163:24-27, 2000
57. Hendrikx AJ, Bierkens AF, Bos R, Oosterhof GO, Debruyne FM: Treatment of stones in caliceal diverticula: extracorporeal shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolitholapaxy. *Br.J.Urol.* 70:478-482, 1992
58. Hesse A, Brandle E, Wilbert D, Kohrmann KU, Alken P: Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur.Urol.* 44:709-713, 2003
59. Hesse A, Brandle E, Wilbert D, Kohrmann KU, Alken P: Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur.Urol.* 44:709-713, 2003
60. Hollowell CM, Patel RV, Bales GT, Gerber GS: Internet and postal survey of endourologic practice patterns among American urologists. *J.Urol.* 163:1779-1782, 2000
61. Hoppe B, Latta K, von Schnakenburg C, Kemper MJ: Primary hyperoxaluria--the German experience. *Am.J.Nephrol.* 25:276-281, 2005
62. Hosking DH, McColm SE, Smith WE: Is stenting following ureteroscopy for removal of distal ureteral calculi necessary? *J.Urol.* 161:48-50, 1999
63. Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, Docimo SG: Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology* 52:697-701, 1998
64. Jeong H, Kwak C, Lee SE: Ureteric stenting after ureteroscopy for ureteric stones: a prospective randomized study assessing symptoms and complications. *BJU.Int.* 93:1032-1034, 2004
65. Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML: Current indications for open stone surgery in an endourology center. *Urology* 45:218-221, 1995
66. Keeley FX, Jr., Moussa SA, Smith G, Tolley DA: Clearance of lower-pole stones following shock wave lithotripsy: effect of the infundibulopelvic angle. *Eur.Urol.* 36:371-375, 1999

67. Knoll T, Musial A, Trojan L, Ptashnyk T, Michel MS, Alken P, Kohrmann KU: Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters. *J.Endourol.* 17:447-451, 2003
68. Knudsen BE, Beiko DT, Denstedt JD: Stenting after ureteroscopy: pros and cons. *Urol.Clin.North Am.* 31:173-180, 2004
69. Kukreja RA, Desai MR, Sabnis RB, Patel SH: Fluid absorption during percutaneous nephrolithotomy: does it matter? *J.Endourol.* 16:221-224, 2002
70. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
71. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
72. Landry JL, Colombel M, Rouviere O, Lezrek M, Gelet A, Dubernard JM, Martin X: Long term results of percutaneous treatment of caliceal diverticular calculi. *Eur.Urol.* 41:474-477, 2002
73. Lifshitz DA, Lingeman JE: Ureteroscopy as a first-line intervention for ureteral calculi in pregnancy. *J.Endourol.* 16:19-22, 2002
74. Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, Kahnoski RJ, Mertz JH, Mosbaugh PG, Steele RE, Woods JR: Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 138:485-490, 1987
75. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J.Urol.* 151:663-667, 1994
76. Lottmann HB, Archambaud F, Hellal B, Pageyral BM, Cendron M: 99mTechnetium-dimercapto-succinic acid renal scan in the evaluation of potential long-term renal parenchymal damage associated with extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J.Urol* 159:521-524, 1998
77. Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M: Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *J.Urol.* 167:1239-1242, 2002
78. Maikranz P, Lindheimer M, Coe F: Nephrolithiasis in pregnancy. *Baillieres Clin.Obstet.Gynaecol.* 8:375-386, 1994

79. Marberger M, Georgi M, Guenther R, Hohenfellner R: Simultaneous balloon occlusion of the renal artery and hypothermic perfusion in in situ surgery of the kidney. *J.Urol.* 119:463-467, 1978
80. Marberger M, Turk C, Steinkogler I: Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J.Urol.* 142:349-352, 1989
81. Mariappan P, Smith G, Bariol SV, Moussa SA, Tolley DA: Stone and pelvic urine culture and sensitivity are better than bladder urine as predictors of urosepsis following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *J.Urol.* 173:1610-1614, 2005
82. May DJ, Chandhoke PS: Efficacy and cost-effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower pole renal calculi. *J.Urol.* 159:24-27, 1998
83. May DJ, Chandhoke PS: Efficacy and cost-effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower pole renal calculi. *J.Urol.* 159:24-27, 1998
84. McLorie GA, Pugach J, Pode D, Denstedt J, Bagli D, Meretyk S, D'A Honey RJ, Merguerian PA, Shapiro A, Khoury AE, Landau EH: Safety and efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants. *Can.J.Urol.* 10:2051-2055, 2003
85. Michel MS, Knoll T, Ptaschnyk T, Kohrmann KU, Alken P: Flexible ureterorenoscopy for the treatment of lower pole calyx stones: influence of different lithotripsy probes and stone extraction tools on scope deflection and irrigation flow. *Eur.Urol.* 41:312-316, 2002
86. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
87. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
88. Miller SD, Ng CS, Stroom SB, Gill IS: Laparoscopic management of caliceal diverticular calculi. *J.Urol.* 167:1248-1252, 2002
89. Minevich E, Defoor W, Reddy P, Nishinaka K, Wacksman J, Sheldon C, Erhard M: Ureteroscopy is safe and effective in prepubertal children. *J.Urol* 174:276-279, 2005
90. Moran ME, Abrahams HM, Burday DE, Greene TD: Utility of oral dissolution therapy in the management of referred patients with secondarily treated uric acid stones. *Urology* 59:206-210, 2002
91. Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W: Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology* 58:170-173, 2001

92. Muslumanoglu AY, Tefekli A, Sarilar O, Binbay M, Altunrende F, Ozkuvanci U: Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large scale retrospective analysis. *J.Urol.* 170:2405-2408, 2003
93. Nakada SY, Hoff DG, Attai S, Heisey D, Blankenbaker D, Pozniak M: Determination of stone composition by noncontrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Urology* 55:816-819, 2000
94. Nambirajan T, Jeschke S, Albqami N, Abukora F, Leeb K, Janetschek G: Role of laparoscopy in management of renal stones: single-center experience and review of literature. *J.Endourol.* 19:353-359, 2005
95. Netto NR, Jr., Claro JF, Lemos GC, Cortado PL: Renal calculi in lower pole calices: what is the best method of treatment? *J.Urol.* 146:721-723, 1991
96. Noor Buchholz NP: Colon perforation after percutaneous nephrolithotomy revisited. *Urol.Int.* 72:88-90, 2004
97. Pace KT, Tariq N, Dyer SJ, Weir MJ, D'A HR: Mechanical percussion, inversion and diuresis for residual lower pole fragments after shock wave lithotripsy: a prospective, single blind, randomized controlled trial. *J.Urol.* 166:2065-2071, 2001
98. Paik ML, Wainstein MA, Spirnak JP, Hampel N, Resnick MI: Current indications for open stone surgery in the treatment of renal and ureteral calculi. *J.Urol.* 159:374-378, 1998
99. Parsons JK, Jarrett TW, Lancini V, Kavoussi LR: Infundibular stenosis after percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 167:35-38, 2002
100. Pearle MS: Randomized controlled study of mechanical percussion, diuresis, and inversion therapy to assist passage of lower pole renal calculi after shock wave lithotripsy. *Int.Braz.J.Urol.* 31:392-393, 2005
101. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, Macaluso J, Monga M, Kumar U, Dushinski J, Albala DM, Wolf JS, Jr., Assimos D, Fabrizio M, Munch LC, Nakada SY, Auge B, Honey J, Ogan K, Pattaras J, McDougall EM, Averch TD, Turk T, Pietrow P, Watkins S: Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J.Urol.* 173:2005-2009, 2005
102. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, Macaluso J, Monga M, Kumar U, Dushinski J, Albala DM, Wolf JS, Jr., Assimos D, Fabrizio M, Munch LC, Nakada SY, Auge B, Honey J, Ogan K, Pattaras J, McDougall EM, Averch TD, Turk T, Pietrow P, Watkins S: Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J.Urol.* 173:2005-2009, 2005

103. Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figenshau RS, Hoenig DM, McDougall EM, Mutz J, Nakada SY, Shalhav AL, Sundaram C, Wolf JS, Jr., Clayman RV: Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J.Urol.* 166:1255-1260, 2001
104. Peschel R, Janetschek G, Bartsch G: Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteral calculi: a prospective randomized study. *J.Urol.* 162:1909-1912, 1999
105. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
106. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
107. Poulakis V, Dahm P, Witzsch U, de Vries R, Remplik J, Becht E: Prediction of lower pole stone clearance after shock wave lithotripsy using an artificial neural network. *J.Urol.* 169:1250-1256, 2003
108. Pryor JL, Jenkins AD: Use of double-pigtail stents in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 143:475-478, 1990
109. Pugach JL, Moore RG, Parra RO, Steinhardt GF: Massive hydrothorax and hydro-abdomen complicating percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 162:2110-2111, 1999
110. Rapp DE, Gerber GS: Management of caliceal diverticula. *J.Endourol.* 18:805-810, 2004
111. Raza A, Turna B, Smith G, Moussa S, Tolley DA: Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of pediatric calculi. *J.Urol* 174:682-685, 2005
112. Robert M, Bennani A, Guiter J, Averous M, Grasset D: Treatment of 150 ureteric calculi with the Lithoclast. *Eur.Urol.* 26:212-215, 1994
113. Rodrigues NN, Jr., Claro JA, Ferreira U: Is percutaneous monotherapy for staghorn calculus still indicated in the era of extracorporeal shockwave lithotripsy? *J.Endourol.* 8:195-197, 1994
114. Romero Nava LE, Velazquez Sanchez MP, Kunhardt R, Jr.: [Urolithiasis and pregnancy. Presentation of results and management norm at the National Institute of Perinatology]. *Ginecol.Obstet.Mex.* 72:515-524, 2004
115. Sampaio FJ: Renal collecting system anatomy: its possible role in the effectiveness of renal stone treatment. *Curr.Opin.Urol.* 11:359-366, 2001

116. Sampaio FJ, D'Anunciacao AL, Silva EC: Comparative follow-up of patients with acute and obtuse infundibulum-pelvic angle submitted to extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: preliminary report and proposed study design. *J.Endourol.* 11:157-161, 1997
117. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
118. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
119. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
120. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
121. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
122. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. *J.Urol.* 158:1915-1921, 1997
123. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., McCullough DL: Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. The American Urological Association Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel. *J.Urol.* 151:1648-1651, 1994
124. Sheir KZ, Madbouly K, Elsobky E: Prospective randomized comparative study of the effectiveness and safety of electrohydraulic and electromagnetic extracorporeal shock wave lithotriptors. *J.Urol.* 170:389-392, 2003
125. Sheir KZ, Mansour O, Madbouly K, Elsobky E, Abdel-Khalek M: Determination of the chemical composition of urinary calculi by noncontrast spiral computerized tomography. *Urol.Res.* 33:99-104, 2005

126. Shekarriz B, Stoller ML: Uric acid nephrolithiasis: current concepts and controversies. *J.Urol.* 168:1307-1314, 2002
127. Sigala S, Dellabella M, Milanese G, Fornari S, Faccoli S, Palazzolo F, Peroni A, Mirabella G, Cunico SC, Spano P, Muzzonigro G: Evidence for the presence of alpha(1) adrenoceptor subtypes in the human ureter. *Neurourol.Urodyn.* 24:142-148, 2005
128. Smith CL, Kristensen C, Davis M, Abraham PA: An evaluation of the physicochemical risk for renal stone disease during pregnancy. *Clin.Nephrol.* 55:205-211, 2001
129. Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, Nott L, Razvi H, Denstedt JD: Holmium:YAG laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. *J.Urol.* 167:31-34, 2002
130. Srivastava A, Gupta R, Kumar A, Kapoor R, Mandhani A: Routine stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi is unnecessary: results of a randomized controlled trial. *J.Endourol.* 17:871-874, 2003
131. Srivastava A, Zaman W, Singh V, Mandhani A, Kumar A, Singh U: Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower calyceal stone: a statistical model. *BJU.Int.* 93:364-368, 2004
132. Sternberg K, Greenfield SP, Williot P, Wan J: Pediatric stone disease: an evolving experience. *J.Urol.* 174:1711-1714, 2005
133. Strohmaier WL: Course of calcium stone disease without treatment. What can we expect? *Eur.Urol.* 37:339-344, 2000
134. Talic RF, El Faqih SR: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole nephrolithiasis: efficacy and variables that influence treatment outcome. *Urology* 51:544-547, 1998
135. Tan PK, Tan SM, Consigliere D: Ureteroscopic lithoclast lithotripsy: a cost-effective option. *J.Endourol.* 12:341-344, 1998
136. Teichman JM, Long RD, Hulbert JC: Long-term renal fate and prognosis after staghorn calculus management. *J.Urol.* 153:1403-1407, 1995
137. Teichman JM, Vassar GJ, Glickman RD: Holmium:yttrium-aluminum-garnet lithotripsy efficiency varies with stone composition. *Urology* 52:392-397, 1998
138. Troy AJ, Anagnostou T, Tolley DA: Flexible upper tract endoscopy. *BJU.Int.* 93:671-679, 2004
139. Troy AJ, Anagnostou T, Tolley DA: Flexible upper tract endoscopy. *BJU.Int.* 93:671-679, 2004

140. Turk C, Steinkogler I, Marberger M: ESWL in children. *Akt.Urol* 21:89-92, 1990
141. Vanlangendonck R, Landman J: Ureteral access strategies: pro-access sheath. *Urol.Clin.North Am.* 31:71-81, 2004
142. Viswaroop B, Devasia A, Gnanaraj L, Chacko N, Kekre N, Gopalakrishnan G: Radiographic anatomical factors do not predict clearance of lower caliceal calculus by shock-wave lithotripsy. *Scand.J.Urol.Nephrol.* 39:226-229, 2005
143. Vlajkovic M, Slavkovic A, Radovanovic M, Siric Z, Stefanovic V, Perovic S: Long-term functional outcome of kidneys in children with urolithiasis after ESWL treatment. *Eur.J.Pediatr.Surg.* 12:118-123, 2002
144. Watterson JD, Girvan AR, Beiko DT, Nott L, Wollin TA, Razvi H, Denstedt JD: Ureteroscopy and holmium:YAG laser lithotripsy: an emerging definitive management strategy for symptomatic ureteral calculi in pregnancy. *Urology* 60:383-387, 2002
145. Wong C, Zimmerman RA: Laparoscopy-assisted transperitoneal percutaneous nephrolithotomy for renal caliceal diverticular calculi. *J.Endourol.* 19:608-613, 2005
146. Yang CH, Chan PH, La SK, Chang HC, Chiu B, Lin HM, Sheu MH: Urolithiasis in pregnancy. *J.Chin Med.Assoc.* 67:625-628, 2004
147. Yaycioglu O, Guvel S, Kilinc F, Egilmez T, Ozkardes H: Results with 7.5F versus 10F rigid ureteroscopes in treatment of ureteral calculi. *Urology* 64:643-646, 2004
148. Zarse CA, McAteer JA, Tann M, Sommer AJ, Kim SC, Paterson RF, Hatt EK, Lingeman JE, Evan AP, Williams JC, Jr.: Helical computed tomography accurately reports urinary stone composition using attenuation values: in vitro verification using high-resolution micro-computed tomography calibrated to fourier transform infrared microspectroscopy. *Urology* 63:828-833, 2004
149. Zhu S, Kourambas J, Munver R, Preminger GM, Zhong P: Quantification of the tip movement of lithotripsy flexible pneumatic probes. *J.Urol.* 164:1735-1739, 2000

## 5 NACHSORGE NACH DER THERAPIE VON HARNSTEINEN

### 5.1 Ziele

Die Nachsorge hat folgende Ziele:

- Ggf. Management von Reststeinen: Nachbeobachtung bis zur Steinfreiheit, Aufdecken von symptomlosen Komplikationen (Obstruktion).
- Erkennen von Rezidiv-Steinen vor Eintreten einer klinischen Symptomatik.
- Metaphylaxe
- Ausschluß von Therapie-Nebenwirkungen (z.B. Ureterstenosen nach URS, Hypertonie nach ESWL, vergessener HL-Schiene)

### 5.2 Reststeine und deren Wiederaanwachsen („regrowth“)

Durch die moderne Steinbehandlung, insbesondere alle Arten der extra- und intrakorporalen Lithotripsie, fallen naturgemäß zahlreiche, kleinere Steinfragmente an. Verbleiben solche Fragmente über eine lange Zeit in der Niere bestehen, werden sie als „Reststeine“ bezeichnet, wobei dieser Begriff nicht genau definiert ist. Ihre Größe wird je nach Autor mit  $<4$  oder  $<5$  mm angegeben. Größere Steinteile, die nach einer invasiven Therapie verbleiben und selbst, die gleiche Therapieindikation darstellen wie der zugrunde liegende Stein vor Behandlungsbeginn, fallen nicht unter den Begriff „Reststeine“.

Begünstigend für den Verbleib von Reststeinen sind unter anderem:

- Bestimmte Steinzusammensetzungen [58] (*Evidenzgrad 5*)
- Anatomische Veränderungen (u.a. Hydronephrose [182] (*Evidenzgrad 4*), ungünstige Unterkelch-Anatomie - vgl. Kap. 2.3.2.-, Hufeisenniere)
- suboptimale Wahl der Technik der interventionellen Steinentfernung

#### 5.2.1 Klinische Bedeutung von Reststeinen

Reststeine können

- dislozieren und damit Symptomatik und Obstruktion verursachen.

- Ursache persistierender Harninfekte sein
- Als Kern für neuerliches Steinwachstum („regrowth“) dienen durch heterogene Nukleation. Dieses Phänomen benötigt eine geringere Sättigung mit steinbildenden Substanzen als eine homogene Nukleation [18] (*Evidenzgrad 5*),

Zwischen 21% und 59% der Reststeine werden klinisch innerhalb von 5 Jahren signifikant und benötigen einer Behandlung [89;136] (*Evidenzgrad 4*). Eine Harnleiterobstruktion kann sich symptomlos entwickeln **Segura Lit.** Die Wachstumsrate der Reste von Infektsteinen ist besonders hoch (s.Kapitel XX). Die hohe Wahrscheinlichkeit eines Interventionsbedarfes bei Vorliegen von Reststeinen macht eine konsequente Nachsorge notwendig (Segura Ureter-Guidelines [169])

### **5.2.2 Therapie**

Prinzipiell stehen die gleichen Therapieoptionen wie bei kleineren Nierensteinen zur Auswahl (s.Kapitel 2.2.1). Ist nach den dort dargelegten Kriterien eine interventionelle Therapie indiziert, kommt wegen der Kleinheit der Reststeine häufig eine (weitere) ESWL in Frage. Damit kann bei einzelnen oder wenigen Reststeinen eine Steinfreiheitsrate in über 70% erreicht werden [93] (*Evidenzgrad 1b*). Als weitere Option stehen insbesondere die flexible URS oder die PCNL (ggf. MiniPCNL) zur Verfügung.

Besteht keine Indikation zu interventioneller Therapie ist eine der Steinanalyse und metabolischen Abklärung entsprechende Metaphylaxe sinnvoll, da die der primären Steinbildung zu Grunde liegende metabolische Situation häufig fortbesteht. Damit kann wahrscheinlich das Wachstum von Reststeinen gebremst werden.[57;135] (*Evidenzgrad 5*)

Eine Nachsorge nach Behandlung eines Uretersteines sollte zumindest nach 3 Monaten erfolgen. Aufgrund fehlender Daten kann eine verbindliche Vorgabe zu Art und Dauer der Nachsorge jedoch nicht gegeben werden.

Nach der Einlage einer Harnleiterschleife ist an deren zeitgerechte Entfernung bzw. den Wechsel zu denken. Der „vergessene Stent“ tritt in der Regel bei unterbrochenem Informationsfluß zwischen den behandelnden Ärzten bzw. dem Patienten oder bei eingeschränkter Compliance des Patienten auf.

## Literatur

### Reference List

1. Abrahams HM, Stoller ML: The argument against the routine use of ureteral access sheaths. *Urol.Clin.North Am.* 31:83-87, 2004
2. Akpınar H, Tufek I, Alici B, Kural AR: Ureterscopy and holmium laser lithotripsy in pregnancy: stents must be used postoperatively. *J.Endourol.* 20:107-110, 2006
3. Aksoy Y, Ozbey I, Atmaca AF, Polat O: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using a mpl-9000 lithotripter. *World J.Urol.* 22:115-119, 2004
4. Al Ansari A, As-Sadiq K, Al Said S, Younis N, Jaleel OA, Shokeir AA: Prognostic factors of success of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) in the treatment of renal stones. *Int.Urol.Nephrol.* 38:63-67, 2006
5. Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, Kahn RI, Leveillee RJ, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., Munch LC, Nakada SY, Newman RC, Pearle MS, Preminger GM, Teichman J, Woods JR: Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. *J.Urol.* 166:2072-2080, 2001
6. Albala DM, Assimos DG, Clayman RV, Denstedt JD, Grasso M, Gutierrez-Aceves J, Kahn RI, Leveillee RJ, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., Munch LC, Nakada SY, Newman RC, Pearle MS, Preminger GM, Teichman J, Woods JR: Lower pole I: a prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis-initial results. *J.Urol.* 166:2072-2080, 2001
7. Anagnostou T, Tolley D: Management of ureteric stones. *Eur.Urol.* 45:714-721, 2004

8. Aron M, Yadav R, Goel R, Kolla SB, Gautam G, Hemal AK, Gupta NP: Multi-tract percutaneous nephrolithotomy for large complete staghorn calculi. *Urol.Int.* 75:327-332, 2005
9. Arrabal-Martin M, Pareja-Vilches M, Gutierrez-Tejero F, Mijan-Ortiz JL, Palao-Yago F, Zuluaga-Gomez A: Therapeutic options in lithiasis of the lumbar ureter. *Eur.Urol.* 43:556-563, 2003
10. Asgari MA, Safarinejad MR, Hosseini SY, Dadkhah F: Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal calculi during early pregnancy. *BJU.Int.* 84:615-617, 1999
11. Ather MH, Abid F, Akhtar S, Khawaja K: Stone clearance in lower pole nephrolithiasis after extra corporeal shock wave lithotripsy - the controversy continues. *BMC.Urol.* 3:1, 2003
12. Ather MH, Paryani J, Memon A, Sulaiman MN: A 10-year experience of managing ureteric calculi: changing trends towards endourological intervention--is there a role for open surgery? *BJU.Int.* 88:173-177, 2001
13. Ather MH, Paryani J, Memon A, Sulaiman MN: A 10-year experience of managing ureteric calculi: changing trends towards endourological intervention--is there a role for open surgery? *BJU.Int.* 88:173-177, 2001
14. Atici S, Zeren S, Aribogan A: Hormonal and hemodynamic changes during percutaneous nephrolithotomy. *Int.Urol.Nephrol.* 32:311-314, 2001
15. Badani KK, Hemal AK, Fumo M, Kaul S, Shrivastava A, Rajendram AK, Yusoff NA, Sundram M, Woo S, Peabody JO, Mohamed SR, Menon M: Robotic extended pyelolithotomy for treatment of renal calculi: a feasibility study. *World J.Urol.*, 2006
16. Bagley DH: Expanding role of ureteroscopy and laser lithotripsy for treatment of proximal ureteral and intrarenal calculi. *Curr.Opin.Urol.* 12:277-280, 2002
17. Bagley DH, Kuo RL, Zeltser IS: An update on ureteroscopic instrumentation for the treatment of urolithiasis. *Curr.Opin.Urol.* 14:99-106, 2004
18. Balaji KC, Menon M: Mechanism of stone formation. *Urol.Clin.North Am.* 24:1-11, 1997
19. Basiri A, Karrami H, Moghaddam SM, Shadpour P: Percutaneous nephrolithotomy in patients with or without a history of open nephrolithotomy. *J.Endourol.* 17:213-216, 2003
20. Beck EM, Riehle RA, Jr.: The fate of residual fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy of infection stones. *J.Urol.* 145:6-9, 1991

21. Bichler KH, Lahme S, Strohmaier WL: Indications for open stone removal of urinary calculi. *Urol.Int.* 59:102-108, 1997
22. Bierkens AF, Hendriks AJ, De La Rosette JJ, Stultiens GN, Beerlage HP, Arends AJ, Debruyne FM: Treatment of mid- and lower ureteric calculi: extracorporeal shock-wave lithotripsy vs laser ureteroscopy. A comparison of costs, morbidity and effectiveness. *Br.J.Urol.* 81:31-35, 1998
23. Bierkens AF, Hendriks AJ, Lemmens WA, Debruyne FM: Extracorporeal shock wave lithotripsy for large renal calculi: the role of ureteral stents. A randomized trial. *J.Urol.* 145:699-702, 1991
24. Borboroglu PG, Amling CL, Schenkman NS, Monga M, Ward JF, Piper NY, Bishoff JT, Kane CJ: Ureteral stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi: a multi-institutional prospective randomized controlled study assessing pain, outcomes and complications. *J.Urol.* 166:1651-1657, 2001
25. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
26. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
27. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
28. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
29. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
30. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
31. Burgher A, Beman M, Holtzman JL, Monga M: Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J.Endourol.* 18:534-539, 2004
32. Cadeddu JA, Chen R, Bishoff J, Micali S, Kumar A, Moore RG, Kavoussi LR: Clinical significance of fever after percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 52:48-50, 1998

33. Cass AS: Do upper ureteral stones need to be manipulated (push back) into the kidneys before extracorporeal shock wave lithotripsy? *J.Urol.* 147:349-351, 1992
34. Cass AS: Ureteral stenting with extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Urology* 39:446-448, 1992
35. Cervenakov I, Fillo J, Mardiak J, Kopecny M, Smirala J, Lepies P: Speedy elimination of ureterolithiasis in lower part of ureters with the alpha 1-blocker--Tamsulosin. *Int.Urol.Nephrol.* 34:25-29, 2002
36. Chander J, Suryavanshi M, Lal P, Singh L, Ramteke VK: Retroperitoneal pyelolithotomy for management of renal calculi. *JSLs.* 9:97-101, 2005
37. Chen RN, Strem SB: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole calculi: long-term radiographic and clinical outcome. *J.Urol.* 156:1572-1575, 1996
38. Chen RN, Strem SB: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole calculi: long-term radiographic and clinical outcome. *J.Urol.* 156:1572-1575, 1996
39. Chiong E, Hwee ST, Kay LM, Liang S, Kamaraj R, Esuvaranathan K: Randomized controlled study of mechanical percussion, diuresis, and inversion therapy to assist passage of lower pole renal calculi after shock wave lithotripsy. *Urology* 65:1070-1074, 2005
40. Chiu KY, Cai Y, Marcovich R, Smith AD, Lee BR: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU.Int.* 93:115-119, 2004
41. Chiu KY, Cai Y, Marcovich R, Smith AD, Lee BR: Are new-generation flexible ureteroscopes better than their predecessors? *BJU.Int.* 93:115-119, 2004
42. Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC: Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am.J.Roentgenol.* 178:101-103, 2002
43. Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC: Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am.J.Roentgenol.* 178:101-103, 2002
44. Collins JW, Keeley FX, Jr.: Is there a role for prophylactic shock wave lithotripsy for asymptomatic calyceal stones? *Curr.Opin.Urol.* 12:281-286, 2002
45. Cooper JT, Stack GM, Cooper TP: Intensive medical management of ureteral calculi. *Urology* 56:575-578, 2000

46. Cybulski PA, Joo H, Honey RJ: Ureterscopy: anesthetic considerations. *Urol.Clin.North Am.* 31:43-7, viii, 2004
47. D'a Honey RJ, Luymes J, Weir MJ, Kodama R, Tariq N: Mechanical percussion inversion can result in relocation of lower pole stone fragments after shock wave lithotripsy. *Urology* 55:204-206, 2000
48. Danuser H, Ackermann DK, Marth DC, Studer UE, Zingg EJ: Extracorporeal shock wave lithotripsy in situ or after push-up for upper ureteral calculi: a prospective randomized trial. *J.Urol.* 150:824-826, 1993
49. Dasgupta P, Cynk MS, Bultitude MF, Tiptaft RC, Glass JM: Flexible ureterorenoscopy: prospective analysis of the Guy's experience. *Ann.R.Coll.Surg.Engl.* 86:367-370, 2004
50. de la TG, De Bonis W, Rey H, Fredotovich N: [Percutaneous renal surgery with minimal access: miniperc]. *Arch.Esp.Urol.* 58:145-150, 2005
51. de Petriconi RC, Gschwendt J, Hautmann RE: [New technique of hypothermic renal protection in surgery for tumor of the solitary kidney]. *J.Urol.(Paris)* 101:125-131, 1995
52. Deliveliotis C, Giannakopoulos S, Louras G, Koutsokalis G, Alivizatos G, Kostakopoulos A: Double-pigtail stents for distal ureteral calculi: an alternative form of definitive treatment. *Urol.Int.* 57:224-226, 1996
53. Deliveliotis CH, Argyropoulos B, Chrisofos M, Dimopoulos CA: Shockwave lithotripsy in unrecognized pregnancy: interruption or continuation? *J.Endourol.* 15:787-788, 2001
54. Dellabella M, Milanese G, Muzzonigro G: Efficacy of tamsulosin in the medical management of juxtavesical ureteral stones. *J.Urol.* 170:2202-2205, 2003
55. Delvecchio FC, Auge BK, Brizuela RM, Weizer AZ, Zhong P, Preminger GM: In vitro analysis of stone fragmentation ability of the FREDDY laser. *J.Endourol.* 17:177-179, 2003
56. Delvecchio FC, Preminger GM: Endoscopic management of urologic disease with the holmium laser. *Curr.Opin.Urol.* 10:233-237, 2000
57. Delvecchio FC, Preminger GM: Management of residual stones. *Urol.Clin.North Am.* 27:347-354, 2000
58. Delvecchio FC, Preminger GM: Management of residual stones. *Urol.Clin.North Am.* 27:347-354, 2000
59. Demirel A, Suma S: The efficacy of non-contrast helical computed tomography in the prediction of urinary stone composition in vivo. *J.Int.Med.Res.* 31:1-5, 2003

60. Desai M, Ridhorkar V, Patel S, Bapat S, Desai M: Pediatric percutaneous nephrolithotomy: assessing impact of technical innovations on safety and efficacy. *J.Endourol.* 13:359-364, 1999
61. Devarajan R, Ashraf M, Beck RO, Lemberger RJ, Taylor MC: Holmium: YAG lasertripsy for ureteric calculi: an experience of 300 procedures. *Br.J.Urol* 82:342-347, 1998
62. Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL, Hoenig DM, Chandhoke P, Lingeman JE, Denstedt JD, Kahn R, Assimos DG, Nakada SY: Lower-pole caliceal stone clearance after shockwave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and flexible ureteroscopy: impact of radiographic spatial anatomy. *J.Endourol.* 12:113-119, 1998
63. Elbahnasy AM, Shalhav AL, Hoenig DM, Elashry OM, Smith DS, McDougall EM, Clayman RV: Lower caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy or ureteroscopy: the impact of lower pole radiographic anatomy. *J.Urol.* 159:676-682, 1998
64. Evans HJ, Wollin TA: The management of urinary calculi in pregnancy. *Curr.Opin.Urol.* 11:379-384, 2001
65. Gaur DD, Trivedi S, Prabhudesai MR, Madhusudhana HR, Gopichand M: Laparoscopic ureterolithotomy: technical considerations and long-term follow-up. *BJU.Int.* 89:339-343, 2002
66. Gaur DD, Trivedi S, Prabhudesai MR, Madhusudhana HR, Gopichand M: Laparoscopic ureterolithotomy: technical considerations and long-term follow-up. *BJU.Int.* 89:339-343, 2002
67. Ghoneim IA, Ziada AM, Elkatib SE: Predictive factors of lower calyceal stone clearance after Extracorporeal Shockwave Lithotripsy (ESWL): a focus on the infundibulopelvic anatomy. *Eur.Urol.* 48:296-302, 2005
68. Gonzalez EC, Rodriguez Minon-Cifuentes JL, Garcia dIP, Jimenez Jimenez JI, Vela NR: [Radiotransparent lithiasis. Diagnosis and treatment]. *Arch.Esp.Urol.* 54:997-1008, 2001
69. Goswami AK, Shrivastava P, Mukherjee A, Sharma SK: Management of colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidney. *J.Endourol.* 15:989-991, 2001
70. Graber SF, Danuser H, Hochreiter WW, Studer UE: A prospective randomized trial comparing 2 lithotriptors for stone disintegration and induced renal trauma. *J.Urol.* 169:54-57, 2003
71. Grasso M, Bagley D: A 7.5/8.2 F actively deflectable, flexible ureteroscope: a new device for both diagnostic and therapeutic upper urinary tract endoscopy. *Urology* 43:435-441, 1994

72. Grasso M, Chalik Y: Principles and applications of laser lithotripsy: experience with the holmium laser lithotrite. *J.Clin.Laser Med.Surg.* 16:3-7, 1998
73. Gremmo E, Ballanger P, Dore B, Aubert J: [Hemorrhagic complications during percutaneous nephrolithotomy. Retrospective studies of 772 cases]. *Prog.Urol.* 9:460-463, 1999
74. Gross AJ, Kugler A, Seseke F, Ringert RH: Push and smash increases success rates in treatment of ureteric calculi by ESWL. *Int.Urol.Nephrol.* 30:417-421, 1998
75. Gunes A, Yahya UM, Yilmaz U, Baydinc C, Soylu A: Percutaneous nephrolithotomy for pediatric stone disease--our experience with adult-sized equipment. *Scand.J.Urol Nephrol.* 37:477-481, 2003
76. Gupta NP, Kesarwani P, Goel R, Aron M: Tubeless percutaneous nephrolithotomy. A comparative study with standard percutaneous nephrolithotomy. *Urol.Int.* 74:58-61, 2005
77. Gupta NP, Singh DV, Hemal AK, Mandal S: Infundibulopelvic anatomy and clearance of inferior caliceal calculi with shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 163:24-27, 2000
78. Hendrikx AJ, Bierkens AF, Bos R, Oosterhof GO, Debruyne FM: Treatment of stones in caliceal diverticula: extracorporeal shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolitholapaxy. *Br.J.Urol.* 70:478-482, 1992
79. Hesse A, Brandle E, Wilbert D, Kohrmann KU, Alken P: Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur.Urol.* 44:709-713, 2003
80. Hesse A, Brandle E, Wilbert D, Kohrmann KU, Alken P: Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur.Urol.* 44:709-713, 2003
81. Hollowell CM, Patel RV, Bales GT, Gerber GS: Internet and postal survey of endourologic practice patterns among American urologists. *J.Urol.* 163:1779-1782, 2000
82. Hoppe B, Latta K, von Schnakenburg C, Kemper MJ: Primary hyperoxaluria--the German experience. *Am.J.Nephrol.* 25:276-281, 2005
83. Hosking DH, McColm SE, Smith WE: Is stenting following ureteroscopy for removal of distal ureteral calculi necessary? *J.Urol.* 161:48-50, 1999
84. Ilker Y, Ozgur A, Yazici C: Treatment of ureteral stones using Holmium:YAG laser. *Int.Urol.Nephrol.* 37:31-34, 2005

85. Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, Docimo SG: Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology* 52:697-701, 1998
86. Jeong H, Kwak C, Lee SE: Ureteric stenting after ureteroscopy for ureteric stones: a prospective randomized study assessing symptoms and complications. *BJU.Int.* 93:1032-1034, 2004
87. Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML: Current indications for open stone surgery in an endourology center. *Urology* 45:218-221, 1995
88. Keeley FX, Jr., Moussa SA, Smith G, Tolley DA: Clearance of lower-pole stones following shock wave lithotripsy: effect of the infundibulopelvic angle. *Eur.Urol.* 36:371-375, 1999
89. Khaitan A, Gupta NP, Hemal AK, Dogra PN, Seth A, Aron M: Post-ESWL, clinically insignificant residual stones: reality or myth? *Urology* 59:20-24, 2002
90. Kim CJ, Kato K, Yoshiki T, Okada Y, Tani T: [Intractable duodenocutaneous fistula after nephrectomy for stone pyonephrosis: report of a case]. *Hinyokika Kyo* 49:547-550, 2003
91. Knoll T, Musial A, Trojan L, Ptashnyk T, Michel MS, Alken P, Kohrmann KU: Measurement of renal anatomy for prediction of lower-pole caliceal stone clearance: reproducibility of different parameters. *J.Endourol.* 17:447-451, 2003
92. Knudsen BE, Beiko DT, Denstedt JD: Stenting after ureteroscopy: pros and cons. *Urol.Clin.North Am.* 31:173-180, 2004
93. Krings F, Tuerk C, Steinkogler I, Marberger M: Extracorporeal shock wave lithotripsy retreatment ("stir-up") promotes discharge of persistent caliceal stone fragments after primary extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 148:1040-1041, 1992
94. Kukreja RA, Desai MR, Sabnis RB, Patel SH: Fluid absorption during percutaneous nephrolithotomy: does it matter? *J.Endourol.* 16:221-224, 2002
95. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
96. Kupeli B, Irkilata L, Gurocak S, Tunc L, Kirac M, Karaoglan U, Bozkirli I: Does tamsulosin enhance lower ureteral stone clearance with or without shock wave lithotripsy? *Urology* 64:1111-1115, 2004
97. Lahme S, Bichler KH, Strohmaier WL, Gotz T: Minimally invasive PCNL in patients with renal pelvic and calyceal stones. *Eur.Urol.* 40:619-624, 2001

98. Lam JS, Greene TD, Gupta M: Treatment of proximal ureteral calculi: holmium:YAG laser ureterolithotripsy versus extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 167:1972-1976, 2002
99. Lee YH, Chang LS, Chen MT, Huang JK: Local chemolysis of obstructive uric acid stone with 0.1 M THAM and 0.02% chlorhexidine. *Urol.Int.* 51:147-151, 1993
100. Lifshitz DA, Lingeman JE: Ureterscopy as a first-line intervention for ureteral calculi in pregnancy. *J.Endourol.* 16:19-22, 2002
101. Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, Kahnoski RJ, Mertz JH, Mosbaugh PG, Steele RE, Woods JR: Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 138:485-490, 1987
102. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J.Urol.* 151:663-667, 1994
103. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J.Urol.* 151:663-667, 1994
104. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J.Urol.* 151:663-667, 1994
105. Lottmann HB, Archambaud F, Hellal B, Pageyral BM, Cendron M: 99mTechnetium-dimercapto-succinic acid renal scan in the evaluation of potential long-term renal parenchymal damage associated with extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J.Urol* 159:521-524, 1998
106. Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M: Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *J.Urol.* 167:1239-1242, 2002
107. Maikranz P, Lindheimer M, Coe F: Nephrolithiasis in pregnancy. *Baillieres Clin.Obstet.Gynaecol.* 8:375-386, 1994
108. Marberger M, Georgi M, Guenther R, Hohenfellner R: Simultaneous balloon occlusion of the renal artery and hypothermic perfusion in in situ surgery of the kidney. *J.Urol.* 119:463-467, 1978
109. Marberger M, Turk C, Steinkogler I: Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J.Urol.* 142:349-352, 1989
110. Margel D, Lifshitz DA, Kugel V, Dorfmann D, Lask D, Livne PM: Percutaneous nephrolithotomy in patients who previously underwent open nephrolithotomy. *J.Endourol.* 19:1161-1164, 2005

111. Marguet CG, Springhart WP, Tan YH, Patel A, Undre S, Albala DM, Preminger GM: Simultaneous combined use of flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy to reduce the number of access tracts in the management of complex renal calculi. *BJU.Int.* 96:1097-1100, 2005
112. Mariappan P, Smith G, Bariol SV, Moussa SA, Tolley DA: Stone and pelvic urine culture and sensitivity are better than bladder urine as predictors of urosepsis following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *J.Urol.* 173:1610-1614, 2005
113. May DJ, Chandhoke PS: Efficacy and cost-effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower pole renal calculi. *J.Urol.* 159:24-27, 1998
114. May DJ, Chandhoke PS: Efficacy and cost-effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower pole renal calculi. *J.Urol.* 159:24-27, 1998
115. McLorie GA, Pugach J, Pode D, Denstedt J, Bagli D, Meretyk S, D'A Honey RJ, Merguerian PA, Shapiro A, Khoury AE, Landau EH: Safety and efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants. *Can.J.Urol.* 10:2051-2055, 2003
116. Michel MS, Knoll T, Ptaschnyk T, Kohrmann KU, Alken P: Flexible ureterorenoscopy for the treatment of lower pole calyx stones: influence of different lithotripsy probes and stone extraction tools on scope deflection and irrigation flow. *Eur.Urol.* 41:312-316, 2002
117. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
118. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
119. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
120. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
121. Miller OF, Kane CJ: Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J.Urol.* 162:688-690, 1999
122. Miller SD, Ng CS, Stroom SB, Gill IS: Laparoscopic management of caliceal diverticular calculi. *J.Urol.* 167:1248-1252, 2002
123. Minevich E, Defoor W, Reddy P, Nishinaka K, Wacksman J, Sheldon C, Erhard M: Ureteroscopy is safe and effective in prepubertal children. *J.Urol* 174:276-279, 2005

124. Mobley TB, Myers DA, Jenkins JM, Grine WB, Jordan WR: Effects of stents on lithotripsy of ureteral calculi: treatment results with 18,825 calculi using the Lithostar lithotripter. *J.Urol.* 152:53-56, 1994
125. Moran ME, Abrahams HM, Burday DE, Greene TD: Utility of oral dissolution therapy in the management of referred patients with secondarily treated uric acid stones. *Urology* 59:206-210, 2002
126. Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W: Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology* 58:170-173, 2001
127. Murray MJ, Chandhoke PS, Berman CJ, Sankey NE: Outcome of extracorporeal shockwave lithotripsy monotherapy for large renal calculi: effect of stone and collecting system surface areas and cost-effectiveness of treatment. *J.Endourol.* 9:9-13, 1995
128. Murshidi MS: Simple radiological indicators for staghorn calculi response to ESWL. *Int.Urol.Nephrol.* 38:69-73, 2006
129. Muslumanoglu AY, Tefekli A, Sarilar O, Binbay M, Altunrende F, Ozkuvanci U: Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large scale retrospective analysis. *J.Urol.* 170:2405-2408, 2003
130. Nakada SY, Hoff DG, Attai S, Heisey D, Blankenbaker D, Pozniak M: Determination of stone composition by noncontrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Urology* 55:816-819, 2000
131. Nambirajan T, Jeschke S, Albqami N, Abukora F, Leeb K, Janetschek G: Role of laparoscopy in management of renal stones: single-center experience and review of literature. *J.Endourol.* 19:353-359, 2005
132. Netto NR, Jr., Claro JF, Lemos GC, Cortado PL: Renal calculi in lower pole calices: what is the best method of treatment? *J.Urol.* 146:721-723, 1991
133. Netto NR, Jr., Ikonomidis J, Ikari O, Claro JA: Comparative study of percutaneous access for staghorn calculi. *Urology* 65:659-662, 2005
134. Noor Buchholz NP: Colon perforation after percutaneous nephrolithotomy revisited. *Urol.Int.* 72:88-90, 2004
135. Osman MM, Alfano Y, Kamp S, Haecker A, Alken P, Michel MS, Knoll T: 5-year-follow-up of patients with clinically insignificant residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy. *Eur.Urol.* 47:860-864, 2005
136. Osman MM, Alfano Y, Kamp S, Haecker A, Alken P, Michel MS, Knoll T: 5-year-follow-up of patients with clinically insignificant residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy. *Eur.Urol.* 47:860-864, 2005

137. Pace KT, Tariq N, Dyer SJ, Weir MJ, D'A HR: Mechanical percussion, inversion and diuresis for residual lower pole fragments after shock wave lithotripsy: a prospective, single blind, randomized controlled trial. *J.Urol.* 166:2065-2071, 2001
138. Paik ML, Wainstein MA, Spirnak JP, Hampel N, Resnick MI: Current indications for open stone surgery in the treatment of renal and ureteral calculi. *J.Urol.* 159:374-378, 1998
139. Parker BD, Frederick RW, Reilly TP, Lowry PS, Bird ET: Efficiency and cost of treating proximal ureteral stones: shock wave lithotripsy versus ureteroscopy plus holmium:yttrium-aluminum-garnet laser. *Urology* 64:1102-1106, 2004
140. Parsons JK, Jarrett TW, Lancini V, Kavoussi LR: Infundibular stenosis after percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 167:35-38, 2002
141. Pearle MS: Randomized controlled study of mechanical percussion, diuresis, and inversion therapy to assist passage of lower pole renal calculi after shock wave lithotripsy. *Int.Braz.J.Urol.* 31:392-393, 2005
142. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, Macaluso J, Monga M, Kumar U, Dushinski J, Albala DM, Wolf JS, Jr., Assimos D, Fabrizio M, Munch LC, Nakada SY, Auge B, Honey J, Ogan K, Pattaras J, McDougall EM, Averch TD, Turk T, Pietrow P, Watkins S: Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J.Urol.* 173:2005-2009, 2005
143. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, Macaluso J, Monga M, Kumar U, Dushinski J, Albala DM, Wolf JS, Jr., Assimos D, Fabrizio M, Munch LC, Nakada SY, Auge B, Honey J, Ogan K, Pattaras J, McDougall EM, Averch TD, Turk T, Pietrow P, Watkins S: Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J.Urol.* 173:2005-2009, 2005
144. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, Macaluso J, Monga M, Kumar U, Dushinski J, Albala DM, Wolf JS, Jr., Assimos D, Fabrizio M, Munch LC, Nakada SY, Auge B, Honey J, Ogan K, Pattaras J, McDougall EM, Averch TD, Turk T, Pietrow P, Watkins S: Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J.Urol.* 173:2005-2009, 2005
145. Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figenshau RS, Hoenig DM, McDougall EM, Mutz J, Nakada SY, Shalhav AL, Sundaram C, Wolf JS, Jr., Clayman RV: Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J.Urol.* 166:1255-1260, 2001

146. Peschel R, Janetschek G, Bartsch G: Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteral calculi: a prospective randomized study. *J.Urol.* 162:1909-1912, 1999
147. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
148. Porpiglia F, Ghignone G, Fiori C, Fontana D, Scarpa RM: Nifedipine versus tamsulosin for the management of lower ureteral stones. *J.Urol.* 172:568-571, 2004
149. Portis AJ, Laliberte MA, Drake S, Holtz C, Rosenberg MS, Bretzke CA: Intraoperative fragment detection during percutaneous nephrolithotomy: evaluation of high magnification rotational fluoroscopy combined with aggressive nephroscopy. *J.Urol.* 175:162-165, 2006
150. Poulakis V, Dahm P, Witzsch U, de Vries R, Remplik J, Becht E: Prediction of lower pole stone clearance after shock wave lithotripsy using an artificial neural network. *J.Urol.* 169:1250-1256, 2003
151. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS, Jr.: Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J.Urol.* 173:1991-2000, 2005
152. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS, Jr.: Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J.Urol.* 173:1991-2000, 2005
153. Pryor JL, Jenkins AD: Use of double-pigtail stents in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J.Urol.* 143:475-478, 1990
154. Pugach JL, Moore RG, Parra RO, Steinhardt GF: Massive hydrothorax and hydro-abdomen complicating percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 162:2110-2111, 1999
155. Raza A, Turna B, Smith G, Moussa S, Tolley DA: Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of pediatric calculi. *J.Urol* 174:682-685, 2005
156. Rhee BK, Bretan PN, Jr., Stoller ML: Urolithiasis in renal and combined pancreas/renal transplant recipients. *J.Urol.* 161:1458-1462, 1999
157. Robert M, Bennani A, Guiter J, Averous M, Grasset D: Treatment of 150 ureteric calculi with the Lithoclast. *Eur.Urol.* 26:212-215, 1994
158. Rodrigo AM, Morera MJ, Lopez AE, Broseta RE, Oliver AF, Boronat TF, Sanchez PJ, Jimenez Cruz JF: [Lithiasis of the transplanted kidney: therapeutical potential]. *Arch.Esp.Urol.* 49:1063-1070, 1996

159. Rodrigo AM, Morera MJ, Lopez AE, Broseta RE, Oliver AF, Boronat TF, Sanchez PJ, Jimenez Cruz JF: [Lithiasis of the transplanted kidney: therapeutical potential]. Arch.Esp.Urol. 49:1063-1070, 1996
160. Rodrigo AM, Morera MJ, Lopez AE, Broseta RE, Oliver AF, Boronat TF, Sanchez PJ, Jimenez Cruz JF: [Lithiasis of the transplanted kidney: therapeutical potential]. Arch.Esp.Urol. 49:1063-1070, 1996
161. Rodrigues NN, Jr., Claro JA, Ferreira U: Is percutaneous monotherapy for staghorn calculus still indicated in the era of extracorporeal shockwave lithotripsy? J.Endourol. 8:195-197, 1994
162. Romero Nava LE, Velazquez Sanchez MP, Kunhardt R, Jr.: [Urolithiasis and pregnancy. Presentation of results and management norm at the National Institute of Perinatology]. Ginecol.Obstet.Mex. 72:515-524, 2004
163. Ruckdeschel M, Bauer E, Schneider W, Altwein JE: ESWL of stones in the mid-ureter. Urol.Int. 49:167-170, 1992
164. Sampaio FJ: Renal collecting system anatomy: its possible role in the effectiveness of renal stone treatment. Curr.Opin.Urol. 11:359-366, 2001
165. Sampaio FJ, D'Anunciacao AL, Silva EC: Comparative follow-up of patients with acute and obtuse infundibulum-pelvic angle submitted to extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: preliminary report and proposed study design. J.Endourol. 11:157-161, 1997
166. Schuster TG, Hollenbeck BK, Faerber GJ, Wolf JS, Jr.: Complications of ureteroscopy: analysis of predictive factors. J.Urol 166:538-540, 2001
167. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
168. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
169. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
170. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997

171. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
172. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
173. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
174. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
175. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr.: Ureteral Stones Clinical Guidelines Panel summary report on the management of ureteral calculi. The American Urological Association. J.Urol. 158:1915-1921, 1997
176. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN, Jr., McCullough DL: Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. The American Urological Association Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel. J.Urol. 151:1648-1651, 1994
177. Shah HN, Kausik VB, Hegde SS, Shah JN, Bansal MB: Tubeless percutaneous nephrolithotomy: a prospective feasibility study and review of previous reports. BJU.Int. 96:879-883, 2005
178. Sheir KZ, Madbouly K, Elsobky E: Prospective randomized comparative study of the effectiveness and safety of electrohydraulic and electromagnetic extracorporeal shock wave lithotriptors. J.Urol. 170:389-392, 2003
179. Sheir KZ, Mansour O, Madbouly K, Elsobky E, Abdel-Khalek M: Determination of the chemical composition of urinary calculi by noncontrast spiral computerized tomography. Urol.Res. 33:99-104, 2005
180. Shekarriz B, Stoller ML: Uric acid nephrolithiasis: current concepts and controversies. J.Urol. 168:1307-1314, 2002
181. Shekarriz B, Stoller ML: Uric acid nephrolithiasis: current concepts and controversies. J.Urol. 168:1307-1314, 2002

182. Shigeta M, Kasaoka Y, Yasumoto H, Inoue K, Usui T, Hayashi M, Tazuma S: Fate of residual fragments after successful extracorporeal shock wave lithotripsy. *Int.J.Urol.* 6:169-172, 1999
183. Shilo Y, Kleinmann J, Zisman A, Peer A, Lindner A, Siegel YI: [Comparative morbidity for different accesses in percutaneous nephrolithotripsy]. *Harefuah* 145:107-10, 166, 2006
184. Shum CF, Lau KO, Sy JL, Cheng WS: Urological complications in renal transplantation. *Singapore Med.J.* 47:388-391, 2006
185. Shum CF, Lau KO, Sy JL, Cheng WS: Urological complications in renal transplantation. *Singapore Med.J.* 47:388-391, 2006
186. Shum CF, Lau KO, Sy JL, Cheng WS: Urological complications in renal transplantation. *Singapore Med.J.* 47:388-391, 2006
187. Sigala S, Dellabella M, Milanese G, Fornari S, Faccoli S, Palazzolo F, Peroni A, Mirabella G, Cunico SC, Spano P, Muzzonigro G: Evidence for the presence of alpha(1) adrenoceptor subtypes in the human ureter. *Neurourol.Urodyn.* 24:142-148, 2005
188. Smith CL, Kristensen C, Davis M, Abraham PA: An evaluation of the physicochemical risk for renal stone disease during pregnancy. *Clin.Nephrol.* 55:205-211, 2001
189. Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, Nott L, Razvi H, Denstedt JD: Holmium:YAG laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. *J.Urol.* 167:31-34, 2002
190. Sofer M, Watterson JD, Wollin TA, Nott L, Razvi H, Denstedt JD: Holmium:YAG laser lithotripsy for upper urinary tract calculi in 598 patients. *J.Urol.* 167:31-34, 2002
191. Srivastava A, Gupta R, Kumar A, Kapoor R, Mandhani A: Routine stenting after ureteroscopy for distal ureteral calculi is unnecessary: results of a randomized controlled trial. *J.Endourol.* 17:871-874, 2003
192. Srivastava A, Zaman W, Singh V, Mandhani A, Kumar A, Singh U: Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for solitary lower calyceal stone: a statistical model. *BJU.Int.* 93:364-368, 2004
193. Sternberg K, Greenfield SP, Williot P, Wan J: Pediatric stone disease: an evolving experience. *J.Urol.* 174:1711-1714, 2005
194. Strohmaier WL: Course of calcium stone disease without treatment. What can we expect? *Eur.Urol.* 37:339-344, 2000
195. Sung YM, Choo SW, Jeon SS, Shin SW, Park KB, Do YS: The "mini-perc" technique of percutaneous nephrolithotomy with a 14-Fr peel-away sheath: 3-year results in 72 patients. *Korean J.Radiol.* 7:50-56, 2006

196. Talic RF, El Faqih SR: Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower pole nephrolithiasis: efficacy and variables that influence treatment outcome. *Urology* 51:544-547, 1998
197. Tan PK, Tan SM, Consigliere D: Ureteroscopic lithoclast lithotripsy: a cost-effective option. *J.Endourol.* 12:341-344, 1998
198. Teichman JM, Long RD, Hulbert JC: Long-term renal fate and prognosis after staghorn calculus management. *J.Urol.* 153:1403-1407, 1995
199. Teichman JM, Vassar GJ, Glickman RD: Holmium:yttrium-aluminum-garnet lithotripsy efficiency varies with stone composition. *Urology* 52:392-397, 1998
200. Tiselius HG, Pettersson B, Andersson A: Extracorporeal shock wave lithotripsy of stones in the mid ureter. *J.Urol.* 141:280-282, 1989
201. Troy AJ, Anagnostou T, Tolley DA: Flexible upper tract endoscopy. *BJU.Int.* 93:671-679, 2004
202. Troy AJ, Anagnostou T, Tolley DA: Flexible upper tract endoscopy. *BJU.Int.* 93:671-679, 2004
203. Turk C, Steinkogler I, Marberger M: ESWL in children. *Akt.Urol* 21:89-92, 1990
204. Vanlangendonck R, Landman J: Ureteral access strategies: pro-access sheath. *Urol.Clin.North Am.* 31:71-81, 2004
205. Varkarakis J, Protogerou V, Albanis S, Sofras F, Deliveliotis C: Comparison of success rates and financial cost of extracorporeal shock-wave lithotripsy in situ and after manipulation for proximal ureteral stones. *Urol.Res.* 31:286-290, 2003
206. Viswaroop B, Devasia A, Gnanaraj L, Chacko N, Kekre N, Gopalakrishnan G: Radiographic anatomical factors do not predict clearance of lower caliceal calculus by shock-wave lithotripsy. *Scand.J.Urol.Nephrol.* 39:226-229, 2005
207. Vlajkovic M, Slavkovic A, Radovanovic M, Siric Z, Stefanovic V, Perovic S: Long-term functional outcome of kidneys in children with urolithiasis after ESWL treatment. *Eur.J.Pediatr.Surg.* 12:118-123, 2002
208. Watterson JD, Girvan AR, Beiko DT, Nott L, Wollin TA, Razvi H, Denstedt JD: Ureteroscopy and holmium:YAG laser lithotripsy: an emerging definitive management strategy for symptomatic ureteral calculi in pregnancy. *Urology* 60:383-387, 2002
209. Weir MJ, Honey JD: Complete infundibular obliteration following percutaneous nephrolithotomy. *J.Urol.* 161:1274-1275, 1999

210. Wong C, Zimmerman RA: Laparoscopy-assisted transperitoneal percutaneous nephrolithotomy for renal caliceal diverticular calculi. *J.Endourol.* 19:608-613, 2005
211. Wu CF, Shee JJ, Lin WY, Lin CL, Chen CS: Comparison between extracorporeal shock wave lithotripsy and semirigid ureterorenoscope with holmium:YAG laser lithotripsy for treating large proximal ureteral stones. *J.Urol.* 172:1899-1902, 2004
212. Yang CH, Chan PH, La SK, Chang HC, Chiu B, Lin HM, Sheu MH: Urolithiasis in pregnancy. *J.Chin Med.Assoc.* 67:625-628, 2004
213. Yaycioglu O, Guvel S, Kilinc F, Egilmez T, Ozkardes H: Results with 7.5F versus 10F rigid ureteroscopes in treatment of ureteral calculi. *Urology* 64:643-646, 2004
214. Zarse CA, McAteer JA, Tann M, Sommer AJ, Kim SC, Paterson RF, Hatt EK, Lingeman JE, Evan AP, Williams JC, Jr.: Helical computed tomography accurately reports urinary stone composition using attenuation values: in vitro verification using high-resolution micro-computed tomography calibrated to fourier transform infrared microspectroscopy. *Urology* 63:828-833, 2004
215. Zhu S, Kourambas J, Munver R, Preminger GM, Zhong P: Quantification of the tip movement of lithotripsy flexible pneumatic probes. *J.Urol.* 164:1735-1739, 2000