

Harnwegsinfektionen im Säuglings- und Kindesalter

Consensus – Empfehlungen zu Diagnostik, Therapie und Prophylaxe

Rolf Beetz (1, 2), Hannsjörg Bachmann (1), Sören Gatermann (4), Hansjörg Keller (2, 3), Eberhard Kuwertz-Bröking (1), Joachim Misselwitz (1), Kurt G. Naber (3, 4), Wolfgang Rascher (1), Horst Scholz (4), Joachim W. Thüroff (2), Winfried Vahlensieck (3) und Martin Westenfelder (2, 3, 4)

Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft für Pädiatrische Nephrologie (APN), der Akademie der Deutschen Urologen (ADU) und der Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie (PEG)

- (1) für die APN,
- (2) für den Arbeitskreis Kinderurologie der ADU,
- (3) für den Arbeitskreis Infektiologie der ADU,
- (4) für die Arbeitsgemeinschaft Harnwegsinfektionen der PEG

Bearbeitet im Auftrag der Vorstände der APN (Dirk E. Müller-Wiefel), der ADU (Gerhard Jakse, Wolfgang Weidner) und der PEG (Wolfgang Graninger)

1. Einführung

2. Methodik

- 2.1 Zielsetzung
- 2.2 Methodisches Vorgehen
- 2.3 Gültigkeit

3. Klassifikation der Harnwegsinfektionen

4. Diagnostikstellung

- 4.1 Anamnese
- 4.2 Körperliche Untersuchung
- 4.3 Uringewinnung
- 4.4 Urinuntersuchung
 - 4.4.1 Mikroskopische Untersuchung
 - 4.4.2 Teststreifenuntersuchung
 - 4.4.3 Bakteriologische Diagnostik
- 4.5 Höhenlokalisation der Harnwegsinfektion

5. Weiterführende Diagnostik

- 5.1 Weiterführende Basisdiagnostik
 - 5.1.1 Sonographie
 - 5.1.2 Blasenfunktionsdiagnostik
 - 5.1.3 Refluxprüfung
- 5.2 Spezielle weiterführende Diagnostik
 - 5.2.1. 99m-Technetium-DMSA-Scan
 - 5.2.2. Diurese-Szintigraphie
 - 5.2.3. Intravenöses Urogramm
 - 5.2.4. Urodynamische Untersuchung

6. Therapie

- 6.1 Therapieziele
- 6.2 Wahl des Antibiotikums
- 6.3 Applikationsart
- 6.4 Therapie bei Pyelonephritis
 - 6.4.1 Neugeborene und junge Säuglinge
 - 6.4.2 Unkomplizierte Pyelonephritis jenseits des Säuglingsalters
 - 6.4.3 Komplizierte Harnwegsinfektionen
- 6.5 Antibakterielle Therapie bei Nierenabszessen und Nierenkarbunkeln
- 6.6 Antibakterielle Therapie bei Zystitis
- 6.7 Asymptomatische Bakteriurie
- 6.8 Supportive Therapiemaßnahmen
- 6.9 Therapiekontrolle

7. Prophylaxe

- 7.1 Antibakterielle Langzeit-Infektionsprophylaxe
 - 7.1.1 Durchbruchinfektionen
- 7.2 Supportive prophylaktische Maßnahmen
 - 7.2.1 Supportive Maßnahmen bei Blasenfunktionsstörungen
 - 7.2.2 Supportive Maßnahmen bei Obstipation
 - 7.2.3 Prophylaxe durch Zirkumzision

8. Literatur

1. Einführung

Im Kindesalter gehören Harnwegsinfektionen zu den häufigsten bakteriellen Infektionskrankheiten. In den ersten 6 Lebensjahren erleiden etwa 7% aller Mädchen und etwa 2% aller Jungen mindestens eine symptomatische Harnwegsinfektion. Im Säuglingsalter sind Mädchen seltener als Knaben betroffen. Danach liegt das Geschlechtsverhältnis bei 9:1.

Durch eine Pyelonephritis kann eine permanente Parenchymschädigung in Form segmentaler oder globaler Parenchymdefekte verursacht werden. Das Risiko einer Nierenparenchymschädigung korreliert mit der Zahl pyelonephritischer Rezidive und mit jeder Therapieverzögerung bei Auftreten einer Pyelonephritis. Ein erhöhtes Risiko tragen Säuglinge und Kinder mit einem dilatierenden vesikorenalen Reflux.

Frühzeitige Diagnose einer Pyelonephritis und rasche, kalkulierte antibakterielle Therapie sind entscheidend für die Prognose. Vor allem im Säuglingsalter ist die klinische Symptomatik einer Pyelonephritis uncharakteristisch. Das Risiko einer unentdeckten und unbehandelten Pyelonephritis, die zu Parenchymdefekten führen kann, ist daher ungleich größer als bei Erwachsenen.

Pyelonephritische Parenchymdefekte gehen mit einem erhöhten Risiko für das spätere Auftreten einer renalen arteriellen Hypertonie, einer Nierenfunktionseinschränkung und renal bedingten Komplikationen in der Schwangerschaft einher.

Verantwortlicher Autor:
Priv.-Doz. Dr. Rolf Beetz, Universitäts-Kinderklinik, Langenbeckstr. 1, 55101 Mainz, E-Mail: beetz@kinder.klinik.uni-mainz.de

Eingang des Manuskripts:
18. September 2006

Chemother J 2006;15:163–71.

Tab. 1. Klassifikationsmöglichkeiten von Harnwegsinfektionen

Nach der Lokalisation	Zystitis Pyelonephritis
Nach der Symptomatik	Asymptomatische Bakteriurie (nur isolierte Bakteriurie) Asymptomatische Harnwegsinfektion (asymptomatische Bakteriurie und Leukozyturie) Symptomatische Harnwegsinfektion (afebril/febril)
Nach Komplikationsmöglichkeiten	Unkomplizierte Harnwegsinfektion: HWI bei normalem Harntrakt, normaler Blasenfunktion, normaler Nierenfunktion, Immunkompetenz Komplizierte Harnwegsinfektion: HWI bei Nierenfehlbildung, Harntraktfehlbildung, Harnabflussbehinderung, vesikoureteralem Reflux, Harnwegskonkrementen, neuropathischer Blasenfunktionsstörung, Immundefizienz, Diabetes mellitus, Fremdkörpern (z. B. transurethraler Katheter), Niereninsuffizienz, Zustand nach Nierentransplantation

2. Methodik

2.1 Zielsetzung

In der Diagnostik, Therapie und Prophylaxe kindlicher Harnwegsinfektionen begegnen sich Kinderärzte, Infektiologen und Urologen. Ziel der vorliegenden Empfehlungen ist es, ein gemeinsames Konzept zu erstellen, das dem behandelnden Arzt eine Hilfe für sein Handeln gibt und die interdisziplinäre Zusammenarbeit erleichtert.

2.2 Methodisches Vorgehen

Unter Berücksichtigung bereits vorhandener Leitlinien unterschiedlicher Gesellschaften (siehe Literaturverzeichnis) und der aktuellen Literatur erfolgte die Ausarbeitung eines Konzepts für die Diagnose und Therapie von Harnwegsinfektionen im Säuglings- und Kindesalter. Dabei wurde vor allem auf einen möglichst hohen Evidenzgrad geachtet. Der Entwurf zirkulierte in mehrfach korrigierten Versionen unter den beteiligten Autoren und oben genannten Arbeitsgruppen der Fachgesellschaften; Änderungen und Ergänzungen wurden jeweils eingehend erörtert. Die vorliegenden Empfehlungen stellen das Ergebnis eines Konsens der Autoren dar.

2.3 Gültigkeit

Durch den ständigen Zuwachs medizinischer Erkenntnisse ist die Gültigkeit der hierin gegebenen Empfehlungen zeitlich begrenzt. Es wird angestrebt, die Empfehlungen jedes dritte Jahr zu überarbeiten. Die jeweils neuen Empfehlungen ersetzen die vorangehende Version.

3. Klassifikation der Harnwegsinfektionen

Harnwegsinfektionen lassen sich nach Lokalisation, Symptomen und nach dem Vorliegen oder Fehlen komplizierender Faktoren einteilen. Bei einer *Zystitis* sind Infektion und Entzündungsreaktion auf die Blase begrenzt; bei einer *Pyelonephritis* ist das Nierenparenchym betroffen. *Zystitis* und *Pyelonephritis* verursachen in der Regel klinische Symptome. Von einer *asymptomatischen Bakteriurie* wird gesprochen, wenn bei mikrobiologischem Nachweis einer Harntraktbesiedlung keinerlei Symptome und keine Leukozyturie bestehen.

Die in **Tabelle 1** dargestellte, im Erwachsenenalter allgemein übliche Klassifikation muss im Säuglings- und Kindesalter um verschiedene Kriterien erweitert werden. So tragen insbesondere Säuglinge in den ersten Lebensmonaten ein erheblich erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Urosepsis – in dieser Altersgruppe ist jede symptomatische Harnwegsinfektion als potenziell kompliziert einzustufen.

4. Diagnosestellung

Die Diagnose und Bewertung einer Harnwegsinfektion wird anhand dreier Kriterien getroffen:

1. Vorhandensein klinischer Symptome, die sehr uncharakteristisch sein können
2. Hinweise für eine Entzündungsreaktion im Urin (Leukozyturie)
3. Bakteriennachweis in der Urinkultur

4.1 Anamnese

Beim *Neugeborenen* können Trinkschwäche, Gewichtsverlust, Ikterus,

grau-blasses Hautkolorit, ZNS-Symptome und Berührungsempfindlichkeit Symptome einer Pyelonephritis oder einer beginnenden Urosepsis sein. Fieberschübe wie beim älteren Säugling sind in dieser Altersstufe ungewöhnlich. *Säuglinge* mit Harnwegsinfektionen fallen oft lediglich durch hohes Fieber auf. Bei Säuglingen mit „unklarem Fieber“ werden in 4 bis 7% der Fälle Harnwegsinfektionen als Ursache gefunden. Durchfälle, Erbrechen oder meningitische Zeichen sind nicht selten und können anfangs die Diagnostik fehlleiten. *Kleinkinder* fallen bei einer Zystitis oft durch Pollakisurie und neu einsetzendes Einnässen nach erreichter Harnkontinenz auf. Schmerzen oder „Brennen“ beim Wasserlassen sind weitere Hinweise. Bei einer Pyelonephritis fehlen diese Symptome häufig. Die fiebernden Kinder geben stattdessen oft Bauchschmerzen an; lokalisierte Flankenschmerzen können Kinder meist erst nach dem 4. bis 5. Lebensjahr äußern.

Ältere Kinder mit Zystitis leiden insbesondere unter Pollakisurie, imperativem Harndrang und gegebenenfalls Dranginkontinenz. Die Körpertemperatur kann leicht (etwa 38–38,5 °C) erhöht sein. Bei einer Pyelonephritis bestehen in der Regel Fieber über 38,5 °C und ein- oder beidseitige Flankenschmerzen (**Tab. 2**).

4.2 Körperliche Untersuchung

Die körperliche Untersuchung umfasst neben der allgemeinpädiatrischen Befunderhebung die gezielte Suche nach Genitalveränderungen (z. B. *Phimose*, *Labiensynechie*, *Vulvitis*) und nach möglichen neurogenen Ursachen für Blasenfunktionsstörungen (z. B. Hinweise für Spina bifida occulta, sakrale Dysgenese).

Tab. 2. Symptome, die zur Urinuntersuchung auf Harnwegsinfektion veranlassen sollten

• Jedes Fieber beim Säugling
• Jedes Fieber unklarer Ätiologie unabhängig vom Alter
• Unklare Gedeihstörung beim Säugling
• Unklare Abdominalbeschwerden oder Flankenschmerzen (auch bei Verdacht auf Appendizitis)
• Pollakisurie, Drangsymptomatik, (Drang-)Inkontinenz
• Miktionsbeschwerden
• Übelriechender Urin
• Makrohämaturie

4.3 Uringewinnung

Bei Kindern mit bereits vorhandener Blasenkontrolle kann der Urin als *Mittelstrahlurin* gewonnen werden. Das Intervall zwischen der letzten Miktion und dem Zeitpunkt der Uringewinnung sollte möglichst lang sein, damit den in der Blase befindlichen Erregern genügend Zeit zur Vermehrung gegeben wird.

Bei Säuglingen und Kleinkindern wird der Spontanurin in einem Plastikbeutel aufgefangen („*Beutelurin*“): Nach Inspektion, gründlicher Reinigung des Genitales mit Wasser und Abtrocknen wird ein selbstklebender Urinbeutel befestigt. Idealerweise sollte anschließend bei reichlicher Flüssigkeitszufuhr die Miktion abgewartet und der Urin unmittelbar danach verarbeitet werden. 10% der so gewonnenen Urinproben enthalten auch ohne Vorliegen einer Harnwegsinfektion eine Bakterienzahl von mindestens 50000/ml. Während ein negativer Befund eine Bakteriurie ausschließt, bedarf ein positiver Befund im Zweifelsfall einer Bestätigung.

Die *suprapubische Blasenpunktion* ist ein einfaches und weitgehend komplikationsfreies Verfahren zur sterilen Uringewinnung. Bei Verdacht auf Pyelonephritis ist sie vor allem im Säuglingsalter empfehlenswert. Das gleiche gilt, wenn mit einer Kontamination des Beutelurins gerechnet werden muss, beispielsweise bei Vorliegen einer Vulvovaginitis, einer anogenitalen Dermatitis oder einer Phimose.

Eine weitere Möglichkeit zur „sauberen“ Uringewinnung besteht bei weiblichen Säuglingen im Einmalkatheterismus. Bei Knaben sollte der transurethrale Katheterismus möglichst zugunsten der suprapubischen Blasenpunktion vermieden werden.

4.4 Urinuntersuchung

4.4.1 Mikroskopische Untersuchung: Eine *Leukozyturie* macht eine Harnwegsinfektion wahrscheinlich, hat aber als isolierter Befund eine relativ geringe Spezifität. Sie kann auch bei Urolithiasis oder als „sterile“ Begleit-Leukozyturie bei fieberhaften Infektionen anderer Lokalisation auftreten. Andererseits schließt das Fehlen einer Leukozyturie eine Harnwegsinfektion nicht aus (z. B. bei Pyonephrose in Assoziation mit einer hochgradigen Ureterobstruktion).

Eine sichere Methode zur Beurteilung einer Leukozyturie ist die Mikroskopie

des frischen Nativharns in einer Zählkammer (z. B. Neubauer-Zählkammer oder Fuchs-Rosenthal-Zählkammer). Die *Leukozytenzahl pro Volumeneinheit* wird durch Schwankungen des Harnzeitvolumens beeinflusst. Eine Leukozytenzahl bis 20/mm³ gilt bei Mädchen als normal, zwischen 20 und 50/μl als verdächtig und über 50/μl als sicher pathologisch. Bei Jungen über drei Jahren ist bereits eine Leukozytenzahl über 10/μl im Mittelstrahlurin als pathologisch zu betrachten.

Der Nachweis von Leukozytenzylindern ist bei gleichzeitig nachgewiesener Bakteriurie pathognomonisch für eine Pyelonephritis und gelingt am besten durch die mikroskopische Beurteilung eines Urinsediments.

4.4.2 Teststreifenuntersuchung:

Die Nitritprobe (mit Teststreifen) erfasst die Fähigkeit der meisten uropathogenen Erreger, Nitrat zu Nitrit zu reduzieren. Dieser Vorgang nimmt relativ viel Zeit in Anspruch, so dass die Probe bei kurzen Blasenverweilzeiten des Urins trotz Anwesenheit nitritbildender Erreger negativ bleiben kann. Die Sensitivität des Tests ist daher bei Säuglingen und Kleinkindern mit häufigen Miktionen gering (30–50%).

Bei Mädchen jenseits des Kleinkindesalters liegt die Wahrscheinlichkeit einer Harnwegsinfektion bei positivem Nitrittest bei mehr als 98%, so dass ein positiver Test zusammen mit einer Leukozyturie eine Harnwegsinfektion nahelegt. Ein negativer Nitrittest schließt eine signifikante Bakteriurie mit einem nitritnegativen Erreger nicht aus.

Die *Leukozyten-Esterase-Reaktion* auf heute verfügbaren Teststreifen (z. B. Combur 9®, Multistix 10 SG®) kann als zusätzliche Hilfe zur Erkennung einer Leukozyturie herangezogen werden, sollte jedoch die Mikroskopie nicht ersetzen. Im Falle einer Lyse der Leukozyten kann die Teststreifen-Reaktion positiv sein, ohne dass Leukozyten im Mikroskop nachweisbar sind. Umgekehrt kann selten einmal auch bei hoch-

konzentriertem Urin und „kollabierten“ Leukozyten der mikroskopische Befund positiv, das Teststreifenergebnis jedoch „falsch“ negativ ausfallen, wenn es zu keinerlei Lyse von Leukozyten kommt.

4.4.3 Bakteriologische Diagnostik:

Jede Urinuntersuchung sollte idealerweise unmittelbar aus der frisch gewonnenen Urinprobe erfolgen. Eine Urinkultur sollte unverzüglich angesetzt werden, anderenfalls ist der Urin bis zum Transport in das mikrobiologische Labor bei 4 bis 8 °C aufzubewahren. Alternativ lässt sich vor Ort eine Kultur mittels Eintauchnährboden anlegen, der direkt versandt oder bei 36 °C in der Praxis präinkubiert wird. Eintauchnährböden (z. B. Uricult®) sollten bei älteren Kindern im Sinn von „Dip-stream“-Nährböden direkt in den Urinstrahl gehalten und auf diese Weise benetzt werden. (Hier sind die Angaben des Herstellers der Nährböden zu beachten.)

In Abhängigkeit von der Uringewinnung sind unterschiedliche Erregerzahlen definitionsgemäß beweisend für eine Harnwegsinfektion (**Tab. 3**). Die so genannte „signifikante Erregerzahl“ bei sauber gewonnenem Mittelstrahlurin liegt bei >100000/ml. Es werden jedoch auch geringere Erregerzahlen im Mittelstrahlurin bei Patienten mit Symptomen einer Harnwegsinfektion gefunden, die durch Blasenpunktion bewiesen ist. Die „signifikante Erregerzahl“ ist daher kein absolutes Kriterium für die Diagnose einer Harnwegsinfektion.

Urinkulturen von einer einzigen Miktionsprobe können falsch positive Ergebnisse in bis zu 25% der Fälle erbringen. Wenn die klinischen Befunde nicht hinweisend sind und keine zwingende Indikation zur unmittelbaren Therapie besteht, ist die Wiederholung der Untersuchung aus einer weiteren Urinprobe sinnvoll, bevor verfrühte diagnostische oder therapeutische Konsequenzen gezogen werden.

Zeichen für eine Kontamination der Urinprobe sind niedrige Erregerzahlen, Mischkulturen, unterschiedliche Erre-

Tab. 3. Bedeutung der Erregerzahlen in der Urinkultur für die Diagnose einer Harnwegsinfektion

	Kontamination	Verdächtig	Sicher pathologisch
Mittelstrahlurin	< 10 000/ml	10 000–100 000/ml	> 100 000/ml
Katheterurin	< 1 000/ml	1 000–10 000/ml	> 10 000/ml
Blasenpunktat	–	–	Jeder Erregernachweis*

*> 10 gleiche Kolonien

Tab. 4. Hinweise für eine Pyelonephritis bei signifikanter Bakteriurie und Leukozyturie

	Pyelonephritis wahrscheinlich	Pyelonephritis unwahrscheinlich
CRP (Norm: < 5 mg/l)	≥ 20 mg/l	< 20 mg/l
Fieber	≥ 38,5 °C	< 38,5 °C
Leukozytose und Linksverschiebung im Blutbild	Vorhanden	Nicht vorhanden
Leukozytenzylinder	Beweisend für Pyelonephritis	–
Nierenvolumen	Vergrößerung (sonographisch > 2 Standardabweichungen)	Keine Vergrößerung

Tab. 5. Anamnestische Hinweise für Blasenfunktionsstörungen im infektionsfreien Intervall

- Harninkontinenz
- Imperativer Harndrang
- Pollakisurie
- Miktionsaufschub („habituelle Harnretention“)
- Auffällige Haltemanöver („squatting“)
- Miktionsauffälligkeiten („Stakatomiktion“, „Stottermiktion“)
- Obstipationsneigung oder/und
- Enkopresis (oft assoziiert)

ger in seriellen Proben oder Erreger, die gewöhnlich nicht bei Harnwegsinfektionen gefunden werden.

Bei komplizierten Harnwegsinfektionen ist die Anzüchtung mehrerer Erreger jedoch nicht ungewöhnlich. In diesen Fällen sollte durch das mikrobiologische Labor eine Erregerzahlbestimmung und Resistenztestung aller Erreger auf Speziesebene durchgeführt werden, um eine adäquate Therapie zuzulassen.

4.5 Höhenlokalisierung der Harnwegsinfektion

Eine sichere Differenzierung zwischen Zystitis und Pyelonephritis ist nicht immer möglich. Für die Praxis hat sich die gemeinsame Beurteilung von Leukozytenzahl und CRP zusammen mit der klinischen Symptomatik bewährt (Tab. 4).

5. Weiterführende Diagnostik

5.1 Weiterführende Basisdiagnostik

5.1.1 Sonographie: Bei Verdacht auf Pyelonephritis erfolgt im Säuglingsalter eine sonographische Diagnostik zum Ausschluss einer komplizierenden Harnwegsanomalie oder einer Urolithiasis so früh wie möglich. Eine sonogra-

phische Untersuchung des Harntrakts sollte ansonsten zumindest innerhalb der ersten beiden Tage nach Diagnosestellung einer Pyelonephritis durchgeführt werden.

Beurteilt werden Nierenvolumen (Höhe x Breite x Tiefe x 0,523 = Volumen in cm³), die Nierenparenchymechogenität mit Mark-Rinden-Differenzierung, Lage, Weite des Nierenbeckenkelchsystems, Harnleiter, Blasenkonfiguration und -wanddicke und Restharn nach Miktions.

5.1.2 Blasenfunktionsdiagnostik:

Blasenfunktionsstörungen haben für (rezidivierende) Harnwegsinfektionen bei Kindern eine wesentlich höhere Bedeutung, als bislang gemeinhin vermutet. Es sollte daher immer nach anamnestischen Hinweisen für Blasenfunktionsstörungen gefragt werden (Tab. 5). Miktionsbeobachtung, das Führen eines Miktionsprotokolls (Dokumentation von Miktionsfrequenz und Harnmenge mit Hilfe eines Messbechers), mehrmalige sonographische Restharnprüfung nach Miktions und sonographische Messung der Blasenwanddicke zur Erkennung einer Detrusorhypertrophie können Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Blasenfunktionsstörung geben.

5.1.3 Refluxprüfung: Zur Erkennung eines vesikoureteralen Refluxes ist das Röntgen-Miktionszystourethrogramm (MCU) geeignet. Das MCU sollte frühestens nach Entfieberung und bei unauffälligem Urinstatus erfolgen.

Die Einstellung zum MCU als Teil der Basisdiagnostik bei Harnwegsinfektionen ist kontrovers. Übereinstimmung besteht dahingehend, dass das Risiko der Entstehung neuer Nierenparenchymnarben bei vesikorenalem Reflux im frühen Säuglingsalter am höchsten und das MCU daher in diesem Alter am ehesten indiziert ist. Angesichts der (Strahlen-)Belastung für das Kind und des Aufwands wird eine Beschränkung

der Diagnostik auf gezielte Indikationen vorgeschlagen (Tab. 6).

Beschränkt sich die diagnostische Fragestellung lediglich auf den Nachweis eines vesikoureteralen Refluxes, so stehen als Alternativen zur radiologischen Refluxprüfung unter anderem die *kontrastmittelunterstützte sonographische Refluxprüfung* (z. B. mit Levovist®) und die *direkte Radionuklidzystographie* zur Verfügung, deren Spezifität und Sensitivität dem radiologischen MCU vergleichbar sind.

5.2 Spezielle weiterführende Diagnostik

5.2.1 99m-Technetium-DMSA-Scan:

Zur exakten Bestimmung der seitengetrenten Nierenfunktion und zur Erkennung pyelonephritischer oder konnataler Parenchymdefekte ist diese nuklearmedizinische Untersuchungsmethode geeignet. Der 99m-Technetium-DMSA-Scan bietet eine hohe Spezifität und Sensitivität für Perfusions- oder Funktionsstörungen von Parenchymarealen. Wird die Untersuchung innerhalb der ersten Monate nach einer Pyelonephritis durchgeführt, so sind reversible, passagere Perfusionsstörungen nicht von bleibenden Defekten zu unterscheiden. Erst mehrere Monate nach einer Pyelonephritis ist eine sichere Aussage über das Vorhandensein irreversibler Parenchymnarben im DMSA-Scan möglich. Bei entsprechender gezielter Fragestellung sollte die Untersuchung daher frühestens sechs Monate nach ei-

Tab. 6. Indikationen zum Röntgen-Miktionszystourethrogramm

- Nach der ersten Pyelonephritis beim Säugling und Kleinkind
- Rezidivierende Pyelonephritis im Kindesalter
- Pyelonephritis und sonographische Hinweise für vesikoureteralen Reflux (VUR)* oder/und familiäre Belastung** oder/und sonographische Hinweise auf eine Refluxnephropathie („kleine Niere“, Parenchymdefekte)
- Pyelonephritis und Nachweis einer Parenchymnarbe im DMSA-Scan
- Symptomatische, afebrile Harnwegsinfektion und sonographische Hinweise für VUR*

* Sonographische Hinweise für VUR: wechselnde Nierenbecken-Kelchweite in Abhängigkeit von der Blasenfüllung, retrovesikal pathologisch erweiterter Harnleiter, pathologisch vermindertes Nierenvolumen

** Eine familiäre Belastung ist anzunehmen, wenn bei einem Geschwisterkind oder einem Elternteil ein VUR bekannt ist

ner Pyelonephritis durchgeführt werden. Eine Indikation zum DMSA-Scan kann beispielsweise gegeben sein, wenn bei vesikorenalem Reflux eine Operationsentscheidung vom Vorhandensein pyelonephritischer Veränderungen abhängig gemacht werden soll.

In letzter Zeit wird vor allem von englischsprachigen und skandinavischen Arbeitsgruppen empfohlen, die Indikation zur Miktionszystourethrographie vom Nachweis eines Parenchymdefekts im DMSA-Scan abhängig zu machen. Dadurch sollen die meisten höheren Refluxgrade erkannt und Kindern mit geringerem Risiko für eine erworbene Refluxnephropathie das MCU erspart werden. Hierzulande hat sich diese diagnostische Strategie nicht durchsetzen können.

5.2.2 Diurese-Szintigraphie: Bei sonographischen Hinweisen auf eine relevante Harnabfluss-Störung (z. B. Megoureter, ureteropelvine Stenose) liefert die Diurese-Szintigraphie mit Technetium-markiertem Mercaptoacetyltriglycin (99mTc-MAG3) Informationen über das Ausmaß der Abflussbehinderung und die seitengetrennte Nierenfunktion. Für die Detektion von Parenchymdefekten ist diese Untersuchungsmethode weniger geeignet.

5.2.3 Das intravenöse (i.v.) Urogramm liefert morphologische und funktionelle Informationen und gilt als konventionelle Methode zur Beurteilung des Harntrakts und zur Erfassung pyelonephritischer Kelch- und Parenchymveränderungen oder einer Refluxnephropathie. Es wird in der Kinderradiologie heute nur noch selten durchgeführt, kann jedoch zum Beispiel bei der

Abklärung komplexer Anomalien wie bei Doppelnie ren oder Hufeisennieren indiziert sein. In vielen Kliniken ist es für diese Fragestellungen bereits von der *Magnetresonanztomographie (MRT)* abgelöst worden.

5.2.4 Urodynamische Untersuchung: Bei anamnestischen und klinischen Hinweisen für eine Blasenfunktionsstörung (s. Kap. 5.1.2) bringen Uroflowmetrie mit Restharnmessung, Beckenboden-EMG und gegebenenfalls – vor allem bei Verdacht auf neurogene Blasenfunktionsstörung – die Zystomanometrie (Blasendruckmessung) weitere Klärung.

6. Therapie

6.1 Therapieziele

Neben der Beseitigung von Beschwerden und Krankheitssymptomen ist das Hauptziel die Vermeidung von Nierenparenchymschäden.

6.2 Wahl des Antibiotikums

In der Regel erfordert eine akute, symptomatische Harnwegsinfektion eine antibakterielle Therapie, bevor der Erreger bekannt ist und das Ergebnis der mikrobiologischen Resistenztestung vorliegt. Die Antibiotika-Auswahl erfolgt daher nach der größten Erregerwahrscheinlichkeit „kalkuliert“.

6.3 Applikationsart

Die Entscheidung zur oralen oder parenteralen Therapie richtet sich unter anderem nach dem Lebensalter und der Schwere der Erkrankung (**Tab. 7**).

Tab. 7. Indikationen zur parenteralen antibakteriellen Therapie

• Säuglinge in den ersten 4–6 Lebensmonaten
• Verdacht auf Urosepsis
• Deutlich reduzierter Allgemeinzustand
• Nahrungs- und/oder Flüssigkeitsverweigerung
• Erbrechen, Durchfall
• Non-Compliance
• Komplizierte Pyelonephritis

6.4 Antibakterielle Therapie bei Pyelonephritis

Entscheidend ist die rasche Einleitung einer wirksamen antibakteriellen Behandlung. Jede Verzögerung erhöht das Risiko segmentaler Nierennarben. Oft ist initial eine parenterale Therapie ratsam, um rasch hohe Plasma- und Parenchymkonzentrationen des Antibiotikums zu gewährleisten. Nach Ansprechen der Therapie und Kenntnis des Resistogramms kann frühzeitig auf eine resistenzgerechte, gezielte orale Behandlung umgestellt werden.

6.4.1 Neugeborene und junge Säuglinge

in den ersten 4 bis 6 Lebensmonaten bedürfen bei fieberhaften Harnwegsinfektionen grundsätzlich einer sofortigen, parenteralen antibakteriellen Therapie unter stationären Bedingungen (**Tab. 8a** und **b**). Die Kombinationsbehandlung mit Ampicillin und einem Aminoglykosid (Tobramycin, Gentamicin) oder Ceftazidim bringt eine große therapeutische Treffsicherheit gegen die in dieser Altersstufe üblichen uropathogenen Bakterien. Ein wichtiges Argument für Ampicillin in der Kombinationstherapie ist die „Enterokokken-Lücke“ des Cephalosporins, die durch Ampicillin geschlossen wird.

Tab. 8a. Empfehlung zur kalkulierten antibakteriellen Therapie einer Pyelonephritis in Abhängigkeit von Alter und Schweregrad

Erkrankung	Initiale kalkulierte Therapie	Applikation	Gesamte Therapiedauer	Evidenz-Grad
Pyelonephritis im ersten Lebenshalbjahr	Ceftazidim + Ampicillin ¹ oder Aminoglykosid + Ampicillin ¹	3–7 Tage parenteral, bis mindestens 2 Tage nach Entfieberung, dann orale Therapie ² Bei Neugeborenen: parenterale Therapie 7–14 Tage, dann orale Therapie ²	10(–14) Tage, Neugeborene 14(–21) Tage	IV
Unkomplizierte Pyelonephritis jenseits des Säuglingsalters	Cephalosporin Gruppe 3 ^{1,2}	Oral (initial gegebenenfalls parenteral)	(7–)10 Tage	I
Komplizierte Pyelonephritis/ Urosepsis (jedes Alter)	Ceftazidim + Ampicillin ¹ oder Aminoglykosid + Ampicillin ¹	Mindestens 7 Tage parenteral, dann gegebenenfalls orale Therapie ³	Mindestens 10–14 Tage	IV

¹ Nach Erhalt der Resistenztestung gegebenenfalls Umstellung der Therapie

² i. v.: z. B. Cefotaxim, (Cefepim: für Kinder <13 Jahre nicht zugelassen); oral: z. B. Cefpodoximproxetil, Cefitibuten, Cefixim

³ Umstellung auf orale Therapie nach Resistogramm, z. B. Oral-Cephalosporin

Tab. 8b. Dosierung einiger gebräuchlicher Chemotherapeutika zur Therapie einer Pyelonephritis für Säuglinge und Kinder bis 12 Jahre*

Chemotherapeutikum	Tagesdosis	Applikation
Parenterale Cephalosporine		
Gruppe 3, z. B. Cefotaxim	100(–200) mg/kg KG (Jugendliche: 3–6 g)	i. v. in 2–3 ED
Gruppe 3, z. B. Ceftazidim	100(–150) mg/kg KG (Jugendliche: 2–6 g)	i. v. in 2–3 ED
Gruppe 3, z. B. Cefepim	100(–150) mg/kg KG (Jugendliche: 4 g)	i. v. in 2 ED
Oral-Cephalosporine		
Gruppe 3, z. B. Cefitibuten	9 mg/kg KG (Jugendliche: 0,4 g)	p. o. in 1–2 ED p. o. in 1–2 ED
Gruppe 3, z. B. Cefpodoximproxetil	8(–10) mg/kg KG (Jugendliche: 0,4 g)	p. o. in 1–2 ED
Gruppe 3, z. B. Cefixim	8(–12) mg/kg KG (Jugendliche: 0,4 g)	p. o. in 1–2 ED
Gruppe 2, z. B. Cefuroximaxetil	20(–30) mg/kg KG (Jugendliche: 0,5–1 g)	p. o. in 3 ED
Gruppe 1, z. B. Cefaclor	50(–100) mg/kg KG (Jugendliche: 1,5–4 g)	p. o. in 2–3 ED
Trimethoprim oder Trimethoprim/Sulfamethoxazol	5(–6) mg/kg KG 5(–6) mg/kg KG (Trimethoprim-Anteil) (Jugendliche: 320 mg)	p. o. in 2 ED p. o. in 2 ED
Ampicillin	100(–200) mg/kg KG (Jugendliche: 3–6 g)	i. v. in 3 ED i. v. in 3–4 ED
Amoxicillin	50(–100) mg/kg KG (Jugendliche: 1,5–6 g)	p. o. in 2–3 ED ¹ p. o. in 2–3 ED
Amoxicillin/Clavulansäure (parenteral)	60(–100) mg/kg KG (Jugendliche: 3,6–7,2 g)	i. v. in 3 ED i. v. in 3 ED
Amoxicillin/Clavulansäure (oral)	37,5(–75) mg/kg KG (Amoxicillin-Anteil) (Jugendliche: 1,75–3,75 g)	p. o. in 2–3 ED p. o. in 2 ED
Tobramycin	5 mg/kg KG (Jugendliche: 3–5 mg/kg KG, max. 0,4 g)	i. v. in 1 ED
Gentamicin	5 mg/kg KG (Jugendliche: 3–5 mg/kg KG, max. 0,4 g)	i. v. in 1 ED

*Dosierung für Jugendliche jeweils in Klammern, falls abweichend

¹ Säuglinge: 2 ED; Kinder (1–12 Jahre): 3 ED

Die empfohlenen Dosierungen sind dem DPGI-Handbuch „Infektionen bei Kindern und Jugendlichen“ der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie, Futuramed-Verlag, München, 4. Aufl. 2003, entnommen. In der Regel ist die jeweils niedrigere Dosis bei voll empfindlichem Erreger ausreichend.

6.4.2 Bei unkomplizierter Pyelonephritis jenseits des Säuglingsalters

kann die antibakterielle Behandlung mit einem Oral-Cephalosporin der Gruppe 3 ambulant erfolgen, sofern eine gute Compliance zu erwarten und die ärztliche Überwachung der Therapie gewährleistet ist. Der betreuende Kinderarzt sollte sich jedoch zumindest bei der ersten Harnwegsinfektion durch eine Ultraschalluntersuchung davon überzeugen, dass keine komplizierende Harnwegsfehlbildung oder Urolithiasis vorliegt, wenn auf die Einweisung in die Klinik verzichtet wird. Die primäre Therapie mit Trimethoprim oder Co-trimoxazol ist heute in vielen Regionen wegen der beständigen Zunahme der Erregerresistenz problematisch geworden und bei

Pyelonephritis nicht mehr als Mittel der ersten Wahl zu empfehlen. Dies gilt in noch wesentlich stärkerem Maße für die Monotherapie mit Ampicillin oder Amoxicillin.

6.4.3 Bei komplizierten Harnwegsinfektionen, z. B. im Zusammenhang mit obstruktiven Uropathien, ist eine parenterale antibakterielle Behandlung der oralen Therapie vorzuziehen (Evidenzgrad IV). Bei Pyonephrose auf dem Boden einer hochgradigen Harntransportstörung (z. B. Urethralklappe, obstruktivem Megaureter, ureteropelviner Stenose) kann eine passagere perkutane Harnableitung (suprapubische Zystostomie, perkutane Nephrostomie) erforderlich werden.

6.5 Antibakterielle Therapie bei Nierenabszessen und Nierenkarbunkeln

Nierenabszesse und Nierenkarbunkel sind im Kindesalter äußerst selten. *Kortikomedulläre Abszesse* werden als Komplikationen bei aufsteigenden Harnwegsinfektionen, bei vesikorenalem (intrarenalem) Reflux oder bei Harnwegsobstruktionen beobachtet. Sie entstehen in der Regel im Rahmen einer Pyelonephritis oder fokalen bakteriellen Nephritis durch gramnegative Erreger, z. B. *E. coli*.

Kortikale Abszesse (Nierenkarbunkel) entstehen dagegen durch hämatogene Streuung, ausgehend von einem anderen bakteriellen Infektionsherd, z. B. Hautinfektionen; häufigster Erreger ist *Staphylococcus aureus*. Die Urinkulturen sind in diesen Fällen meist steril. Die Diagnose erfolgt durch Sonographie und Computertomographie. In den meisten Fällen ist eine mehrwöchige parenterale Kombinationstherapie unter Einschluss eines staphylokokkenwirksamen Antibiotikums, gegebenenfalls unterstützt durch eine perkutane Abszessdrainage, ausreichend wirksam. Selten werden offene operative Revisionen oder die Nephrektomie erforderlich.

6.6 Antibakterielle Therapie bei Zystitis

Zystitiden, die z. B. mit Dysurie, Algurie, Unterbauchschmerzen und/oder neu auftretender Inkontinenz einhergehen, bedürfen zur raschen Symptombeseitigung einer antibakteriellen Therapie, die hohe Antibiotika-Spiegel im Urin garantiert (**Tab. 9**). Trimethoprim galt bis vor kurzem noch als eines der Mittel der ersten Wahl. Der Sulfonamid-Anteil der Trimethoprim-Sulfonamid-Kombinationen ist verzichtbar, da durch ihn weder eine wesentliche Verbesserung der antimikrobiellen Wirkung, noch ein Einfluss auf die Resistenzsituation erreicht wird und das Risiko unerwünschter Arzneimittelwirkungen steigt. Mit steigenden Resistenzraten von *E. coli* gegen Trimethoprim und verwandte Substanzen rückt Trimethoprim als Mittel der ersten Wahl zunehmend in den Hintergrund. In Regionen mit hohen Resistenzquoten von *E. coli* gegen Trimethoprim ist eine kalkulierte Therapie mit einem Oral-Cephalosporin oder Amoxicillin/Clavulansäure zu bevorzugen. Prinzipiell sollten bei der kalkulierten Therapie einer Zystitis

Tab. 9. Orale antibakterielle Therapie bei Zystitis

Chemotherapeutikum	Tagesdosis	Applikation
Oral-Cephalosporin		
Gruppe 1, z. B. Cefaclor	50(–100) mg/kg KG	p. o. in 2–3 ED
Gruppe 2, z. B. Cefuroximaxetil	20(–30) mg/kg KG	p. o. in 2 ED
Gruppe 3, z. B. Ceftributen	9 mg/kg KG	p. o. in 1 ED
Gruppe 3, z. B. Cefpodoximproxetil	8(–10) mg/kg KG	p. o. in 2 ED
Gruppe 3, z. B. Cefixim	8(–12) mg/kg KG	p. o. in 1–2 ED
Trimethoprim oder	5(–6) mg/kg KG	p. o. in 2 ED
Trimethoprim/Sulfamethoxazol	5(–6) mg/kg KG (Trimethoprim-Anteil)	p. o. in 2 ED
Amoxicillin/Clavulansäure	37,5(–75) mg/kg KG (Amoxicillin-Anteil)	p. o. in 3 ED
Nitrofurantoin	3–5 mg/kg KG	p. o. in 2 ED

zur Vermeidung weiterer Resistenzentwicklungen Reserveantibiotika vermieden werden.

Bei (rezidivierenden) Harnwegsinfektionen größerer Mädchen mit eindeutigen klinischen Symptomen einer Zystitis kann auch Nitrofurantoin in einer Dosis von 3 bis 5 mg/kg KG und Tag eingesetzt werden.

Die empfohlene Therapiedauer liegt bei 3(–5) Tagen (Evidenzgrad I). Kürzere Therapiezeiten gehen im Kindesalter mit einem höheren Rezidivrisiko einher. Die im Erwachsenenalter oft praktizierte „Eine-Dosis-Therapie“ ist bei Kindern mangels unzureichender Therapieerfolge nicht zu empfehlen (Evidenzgrad I).

6.7 Asymptomatische Bakteriurie

Asymptomatische Bakteriurien werden im Allgemeinen durch Erreger niedriger Virulenz verursacht. In randomisierten Studien unterschieden sich unbehandelte Mädchen hinsichtlich des Nierenwachstums und des Risikos für neu auftretende Parenchymnarben nicht von behandelten Mädchen mit asymptomatischen Bakteriurien. Asymptomatische Bakteriurien ohne Hinweise für funktionelle Blasenentleerungsstörungen, Harntraktfehlbildungen oder vorausgegangene Pyelonephritiden bedürfen keiner antibakteriellen Therapie (Evidenzgrad I).

6.8 Supportive Therapiemaßnahmen

Durch großzügige Hydratation und häufige Miktionen kann die Erregerelimination beschleunigt werden. Bei Blasen-Tenesmen und heftiger Drangsymptomatik schaffen analgetische und spasmolytische bzw. anticholinerge Therapie Linderung.

Harnverhalt oder Blasenentleerungsstörungen mit hohen Restharmen, die

z. B. bei Urethralclappen oder neurogener Blasenfunktionsstörung den Krankheitsverlauf komplizieren können, machen unter Umständen eine passagere Harnableitung, z. B. mittels suprapubischem Katheter beim Knaben oder transurethralem Blasenverweilkatheter beim Mädchen, erforderlich.

6.9 Therapiekontrolle

Eine Urinkontrolle (Streifenfest, Mikroskopie) ist 2 bis 3 Tage nach Therapiebeginn zu empfehlen. Eine Entfieberung ist bei einer fieberhaften Pyelonephritis spätestens nach 48 bis 72 Stunden zu erwarten; der mikroskopische Urinbefund sollte spätestens nach einer Woche normalisiert sein. Das CRP normalisiert sich meist nach 4 bis 5 Tagen. Bei fehlender Wirksamkeit der Therapie (persistierendes Fieber über mehr als 2 bis 3 Tage, unverändert pathologischer mikroskopischer Urinbefund) muss außer

an einen resistenten Erreger auch an das Vorliegen einer konnatalen oder akuten Harnwegsobstruktion gedacht und spätestens dann unmittelbar eine sonographische Untersuchung veranlasst werden.

7. Prophylaxe

7.1 Antibakterielle Langzeit-Infektionsprophylaxe

Bei erhöhtem Risiko für eine Pyelonephritis hat sich in der Praxis die Durchführung einer antibakteriellen Infektionsprophylaxe bewährt. Ihr Ziel ist in erster Linie die Verhinderung pyelonephritischer Parenchymnarben durch ascendierende Harnwegsinfektionen. Eine der Hauptindikationen stellt der vesikorenale Reflux dar (Tab. 10).

Während die Wirksamkeit der antibakteriellen Infektionsprophylaxe im Erwachsenenalter gut belegt ist, liegen für das Säuglings- und Kindesalter nur wenige ausreichend evidente Daten vor. Ihr Nutzen (Verhütung komplizierter Harnwegsinfektionen, z. B. bei konnatalen Uropathien, Verhinderung von Rezidiven) muss im Individualfall gegen die mit ihr verbundenen Nachteile (Resistenzentwicklung, Nebenwirkungen) abgewogen werden.

Die Medikation wird in der Regel einmal täglich abends (nach der letzten Miktions, unmittelbar vor dem Zubett-

Tab. 10. Indikationen zur antibakteriellen Infektionsprophylaxe

Indikation	Empfohlene Dauer
Nach Therapie der ersten fieberhaften Harnwegsinfektion	Mindestens bis zum Abschluss der bildgebenden Diagnostik
„Symptomatischer“ vesikoureteraler Reflux (Z. n. symptomatischer/n Harnwegsinfektion/en unter konservativer Überwachung)	Bis zum Nachweis, dass kein vesikoureteraler Reflux mehr besteht; im Fall eines persistierenden vesikoureteralen Refluxes zumindest bis zum Ende des 5. Lebensjahres bei Mädchen und bis zum Ende des 1. Lebensjahres bei Jungen
Ausgeprägte Dilatation der oberen Harnwege (Megaureter, ureteropelvine Stenose)	Bis zum Ausschluss einer relevanten Harnabflussstörung*
Häufig rezidivierende, symptomatische Harnwegsinfektionen und Harnwegsinfektionen bei funktionellen Blasenentleerungsstörungen	6 Monate, gegebenenfalls in Kombination mit einer gezielten Regulation der Blasenfunktionsstörung
„Infektsteine“ (Magnesium-Ammonium-Phosphat), insbesondere perioperativ bei Steinextraktion bzw. bei Stoßwellenlithotripsie (ESWL)	Bis zur abgeschlossenen Elimination der „Infektsteine“

* Zur Definition der relevanten Harnabflussstörung siehe: Konsensusgruppe der Arbeitsgemeinschaft für Pädiatrische Nephrologie in Kooperation mit dem Arbeitskreis Kinderurologie der Deutschen Gesellschaft für Urologie und mit der Arbeitsgemeinschaft für Kinderurologie in der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie: Diagnostik bei konnatalen Dilatationen der Harnwege. Urologe 2001;A 40:495–509.

Tab. 11. Substanzen zur antibakteriellen Infektionsprophylaxe

Substanz	Einmalige Tagesdosis [mg/kg KG]	Anwendungsbeschränkung bei jungen Säuglingen
Nitrofurantoin	1	< 7. Lebenswoche
Trimethoprim	1(-2)	< 3. Lebensmonat
Bei Unverträglichkeit und in den ersten Lebenswochen: Oral-Cephalosporine in reduzierter Dosis (etwa 1/5 der therapeutischen Dosis), z. B.:		
Cefaclor	10	Keine
Cefixim	2	Früh- und Neugeborene*
Ceftibuten	2	< 4. Lebensmonat*
Cefuroximaxetil	5	< 4. Lebensmonat*

* Keine ausreichenden Erfahrungen

Tab. 12. Initialtherapie bei Durchbruchinfektionen unter antibakterieller Infektionsprophylaxe

Reinfektionsprophylaxe mit	Wahrscheinlicher Erreger	Therapievorschlag
Trimethoprim	Resistenter E. coli	Cephalosporin
Nitrofurantoin	Pseudomonas, Proteus, Klebsiellen	Ceftazidim oder Gentamicin
Cephalosporin	Enterokokken	Amoxicillin

gehen) verabreicht. Die tägliche Menge beträgt ein Viertel bis ein Fünftel der üblichen therapeutischen Tagesdosis.

In **Tabelle 10** sind wesentliche gebräuchliche Indikationen für eine Dauerinfektionsprophylaxe aufgeführt.

Nitrofurantoin und Trimethoprim gelten heute als Mittel der ersten Wahl zur Infektionsprophylaxe im Kindesalter (**Tab. 11**). Bei männlichen Säuglingen kann eine Bevorzugung von Trimethoprim gegenüber Nitrofurantoin sinnvoll sein, da bei ihnen aufgrund der Erregerbesiedlung des Präputiums eher mit Proteus mirabilis zu rechnen ist, der gegenüber Nitrofurantoin nicht sensibel ist.

Cephalosporine der Gruppe 2 und 3 haben gegenüber Cefaclor den Vorteil einer besseren Wirksamkeit gegenüber Proteus mirabilis. Prinzipielle Nachteile der Oral-Cephalosporine gegenüber Nitrofurantoin sind der stärkere Einfluss auf die Darmflora, das höhere Risiko der Resistenzentwicklung, der höhere Preis und die begrenzte Haltbarkeit der zubereiteten Suspension.

7.1.1 Durchbruchinfektionen: Bei Durchbruchinfektionen ist erfahrungsgemäß in Abhängigkeit vom verwendeten Antibiotikum mit unterschiedlichen Erregern zu rechnen, die – bis zum Vorliegen des Antibiotogramms – eine jeweils angepasste Umstellung der antibakteriellen Therapie erfordern (**Tab. 12**).

Nicht immer handelt es sich bei Harnwegsinfektionen unter antibakterieller Dauerinfektionsprophylaxe um „Durch-

bruchinfektionen“ im engeren Sinn: Etwa 30 % der Kinder bekommen die verordneten Medikamente zum falschen Zeitpunkt, nicht oder nur unregelmäßig. Es kann daher angemessen sein, die tatsächliche Medikamenteneinnahme durch die Kontrolle der antimikrobiellen Aktivität im Urin mit speziellen Teststreifen zu überprüfen. Eine sachliche, verständliche Information der Eltern über das Ziel und die Notwendigkeit der Prophylaxe sowie ihre Kontrolle ist unerlässlich.

Bei bakteriologisch gesicherter Durchbruchinfektion kann im Anschluss an die Akuttherapie das prophylaktisch verordnete Antibiotikum nach Maßgabe des Resistogramms gewechselt werden.

7.2 Supportive prophylaktische Maßnahmen

7.2.1 Supportive Maßnahmen bei Blasenfunktionsstörungen: Finden sich Zeichen einer Blasenfunktionsstörung auch im infektionsfreien Intervall, so ist ihre Behandlung mitentscheidend für die Verhinderung weiterer Rezidive.

Eine alleinige Chemoprophylaxe erweist sich in diesen Fällen meist als unzureichend.

Imperativer Harndrang und Dranginkontinenz werden bei vielen Mädchen mit rezidivierenden Harnwegsinfektionen beobachtet. Die Symptomatik ist meist Folge einer Störung in der Füllungsphase der Blasenfunktion, die urodynamisch als *Detrusorinstabilität* imponiert. Anamnese, Miktionsprotokoll und Befunde bei der Basisdiagnostik können bereits wegweisend für den Typ der begleitenden Blasenfunktionsstörung sein. Wenn eine neurogene Ursache ausgeschlossen werden kann, ist ein Therapieversuch bei ausreichenden Hinweisen auf eine isolierte Detrusorinstabilität auch ohne Durchführung einer kompletten urodynamischen Diagnostik gerechtfertigt. Neben supportiven Maßnahmen kann eine probatorische medikamentöse Therapie mit Anticholinergika, z. B. Propiverinhydrochlorid oder Oxybutynin, über 4 bis 6 Wochen begonnen werden (**Tab. 13**). Es ist ratsam, gleichzeitig eine antibakterielle Infektionsprophylaxe und regelmäßige sonographische Restharnkontrollen durchzuführen. Bei Behandlungserfolg sollte die Prophylaxe zusammen mit der anticholinergen Behandlung über mindestens 3 bis 4 Monate fortgesetzt werden.

Wesentlich seltener als eine Detrusorinstabilität findet sich eine *Detrusor-Sphinkter-Dyskoordination* im Sinne einer Blasenentleerungsstörung. Medikamentöse Therapie und verhaltenstherapeutische Maßnahmen (Beckenboden-EMG-Biofeedback) reduzieren signifikant die Häufigkeit von Harnwegsinfektionen.

Grundsätzlich ist es sinnvoll, mit Eltern und Kind eine sorgfältige Miktionsanamnese zu führen, Miktionsfehlverhalten bewusst zu machen und zu einem kognitiven Blasentraining zu motivieren.

7.2.2 Supportive Maßnahmen bei Obstipation: Blasenentleerungsstörungen sind nicht selten mit einer chroni-

Tab. 13. Substanzen zur Behandlung der Detrusorinstabilität

Substanz	Altersgruppe	Dosierung
Oxybutynin (z. B. Oxymedin®, Dridase®, Oxybase®)	Kinder 5–10 Jahre Kinder > 10 Jahre	2 x 2,5 mg/d oder 0,3 mg/kg KG/d 2 x 5 mg/d Dosisanpassung nach Effekt und Nebenwirkungen
Propiverin-Hydrochlorid (z. B. Miconetten®, Miconorm®)	Kinder	2 x 0,4 mg/kg KG/d

schen habituellen *Obstipation* assoziiert. Mit der wirksamen Regulation des Stuhlverhaltens kommt es nachweislich zu einer Verminderung der Infektionshäufigkeit.

7.2.3 Prophylaxe durch Zirkumzision

Zirkumzidierte Knaben haben gegenüber nicht-zirkumzidierten Knaben im ersten Lebensjahr ein etwa zehnfach erniedrigtes Risiko für Harnwegsinfektionen. In Einzelfällen (z. B. hochgradiger vesikoureteraler Reflux, ausgeprägter Megaureter und rezidivierende Harnwegsinfektionen) kann daher eine großzügige Indikationsstellung zur Zirkumzision sinnvoll sein.

8. Literatur (Auswahl)

- American Academy of Pediatrics, Committee on Quality Improvement, Subcommittee on Urinary Tract Infection. Practice Parameter: The diagnosis, treatment, and evaluation of the initial urinary tract infection in febrile infants and young children. *Pediatrics* 1999;103:843–52.
- Bakker E, van Gool J, van Sprundel M, van der Auwera JC, et al. Risk factors for recurrent urinary tract infection in 4,332 Belgian schoolchildren aged between 10 and 14 years. *Eur J Pediatr* 2004;163:234–8.
- Beetz R. May we go on with antibacterial prophylaxis in urinary tract infections? *Pediatr Nephrol* 2006;21:5–13.
- Benador D, Neuhaus TJ, Papayzan J-P, Willi UV, et al. Randomised controlled trial of three days versus 10 day intravenous antibiotics in acute pyelonephritis: effect on renal scarring. *Arch Dis Child* 2001;84:241–6.
- Bloomfield P, Hodson EM, Craig JC. Antibiotics for acute pyelonephritis in children (Review). The Cochrane Database of Systematic Review 2005, Issue 1. Art. No. CD003772.pub2. DOI:10.1002/14651858.
- Bollgren I. Antibacterial prophylaxis in children with urinary tract infection. *Acta Paediatr* 1999;431(Suppl):48–52.
- Chon CH, Lai FC, Shortliffe LMD. Pediatric urinary tract infections. *Pediatr Clin North Am* 2001;848:1441–59.
- Corraggio MJ, Gross TP, Roscelli JD. Nitrofurantoin toxicity in children. *Pediatr Infect Dis J* 1989;8:163–6.
- Craig JC, Wheeler DM, Irwig L, et al. How accurate is DMSA scintigraphy for the diagnosis of acute pyelonephritis? A metaanalysis of experimental studies. *J Nucl Med* 2000;41:986–93.
- Darge K, Moeller RT, Trusen A, Butter F, et al. Diagnosis of vesicoureteral reflux with low-dose contrast-enhanced harmonic ultrasound imaging. *Pediatr Radiol* 2005;35:73–8.
- Deshpande PV, Verrier Jones K. An audit of RCP guidelines on DMSA scanning after urinary tract infection. *Arch Dis Child* 2001;84:324–7.
- Deutsche Gesellschaft für pädiatrische Infektiologie e.V. (Hrsg.). *Handbuch Infektionen bei Kindern und Jugendlichen*. 4. Auflage. München: Futuramed-Verlag, 2003.
- Dick PD, Feldman W. Routine diagnostic imaging for childhood urinary tract infections: a systematic overview. *J Pediatr* 1996;128:15–22.
- Dinkel E, Ertel M, Dittrich M, Peters H, et al. Kidney size in childhood: Sonographical growth charts for kidney length and volume. *Pediatr Radiol* 1985;15:38–43.
- Gaspari RJ, Dickson E, Karlowsky J, Doern G. Antibiotic resistance trends in paediatric uropathogens. *Int J Antimicrob Agents* 2005;26:267–71.
- Gonzales CM, Schaeffer AJ. Treatment of urinary tract infection: what's old, what's new, and what works. *World J Urol* 1999;17:372–82.
- Gulielmo BJ, Stoller ML, Jacobs RA. Management of candiduria. *Int J Antimicrob Agents* 1994;4:135–9.
- Halevy R, Smolkin V, Bykov S, Chervinsky L, et al. Power doppler sonography in the diagnosis of acute childhood pyelonephritis. *Pediatr Nephrol* 2004;19:987–91.
- Haller M, Brandis M, Berner R. Antibiotic resistance of urinary tract pathogens and rationale for empirical intravenous therapy. *Pediatr Nephrol* 2004;19:982–6.
- Hansson S, Dhamey M, Sigström O, Sixt R, et al. Dimercaptocuccinic acid scintigraphy instead of voiding cystourethrography for infants with urinary tract infection. *J Urol* 2004;172:1071–4.
- Hansson S, Brandstrom P, Jodal U, Larsson P. Low bacterial counts in infants with urinary tract infection. *J Pediatr* 1998;132:180–2.
- Hansson S, Jodal U. Urinary tract infection. In: Barratt TM, Avner ED, Harman WE (eds.). *Pediatric Nephrology*. 4th edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999:835–50.
- Hansson S, Jodal U, Noren L, Bjure J. Untreated bacteriuria in asymptomatic girls with renal scarring. *Pediatrics* 1989;84:391–6.
- Hellstrom A, Hansson A, Hansson S, Hjalmas K, et al. Association between urinary symptoms at 7 years old and previous urinary tract infection. *Arch Dis Child* 1991;66:232–4.
- Hoberman A, Chan HP, Keller DM, Hickey R, et al. Prevalence of urinary tract infection in febrile infants. *J Pediatr* 1993;123:17–23.
- Hoberman A, Charron M, Hickey RW, Baskin M, et al. Imaging studies after a first febrile urinary tract infection in young children. *N Engl J Med* 2003;348:195–202.
- Hoberman A, Wald ER, Hickey RW, Baskin M, et al. Oral versus initial intravenous therapy for urinary tract infections in young febrile children. *Pediatrics* 1999;104:79–86.
- Jodal U, Winberg J. Management of children with non-obstructed urinary tract infection. *Pediatr Nephrol* 1987;1:39–48.
- Kaneko K, Ohtomo Y, Shimizu T, Yamashiro Y, et al. Antibiotic prophylaxis by low-dose cefaclor in children with vesicoureteral reflux. *Pediatr Nephrol* 2003;18:468–70.
- Keren R, Chan E. A meta-analysis of randomized, controlled trials comparing short- and long-course antibiotic therapy for urinary tract infections in children. *Pediatrics* 2002;109:1–6.
- Kuwertz-Bröking E, Bulla M. Asymptomatische Harnwegsinfektionen (Bakteriurie und Leukozyturie) im Kindesalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 2000;148:142–8.
- Lettgen B. Prevention of recurrent urinary tract infections in female children. *Ther Res* 1996;57:463–75.
- Mandell GA, Eggli DF, Gilday DL, Heyman S, et al. Procedure guidelines for radionuclide cystography in children. *J Nucl Med* 1997;38:1650–4.
- Marild S, Jodal U. Incidence rate of first-time symptomatic, urinary tract infection in children under 6 years of age. *Acta Paediatr* 1998;87:549–52.
- Michael M, Hodson EM, Craig JC, Martin S, et al. Short versus standard duration oral antibiotic therapy for acute urinary tract infection in children (Cochrane Review). The Cochrane Database of Systematic Reviews 2003, Issue 1. Art No: CD0093966. DOI: 10.1002/14651858.CD0093966.
- Polito C, Rambaldi PF, Signoriello G, Mansi L, et al. Permanent renal parenchymal defects after febrile UTI are closely associated with vesicoureteric reflux. *Pediatr Nephrol* 2006;21:521–6.
- Report of a Working Group of the Research Unit Royal College of Physicians. Guidelines for the management of acute urinary tract infection in childhood. *J R Coll Physician Lond* 1991;25:36–42.
- Schweizerische Arbeitsgruppe für Pädiatrische Nephrologie. *Behandlung der Harnwegsinfektionen beim Kind*. <http://www.swiss-paediatrics.org/paediatrica/vol12/n1/pyeloge.htm>.
- Singh-Grewal D, Macdessi J, Craig J. Circumcision for the prevention of urinary tract infection in boys: a systematic review of randomised trials and observational studies. *Arch Dis Child* 2005;90:853–8.
- Stark H. Urinary tract infections in girls: the cost-effectiveness of currently recommended investigative routines. *Pediatr Nephrol* 1997;11:174–7.
- Tran D, Muchant DG, Aronoff SC. Short-course versus conventional length antimicrobial therapy for uncomplicated lower urinary tract infections in children: a meta-analysis of 1,279 patients. *J Pediatr* 2001;139:93–9.
- Welling U, Olbing H. Antibiotikaresistenz der Erreger von Harnwegsinfektionen bei Kindern. Konsequenzen für Antibiotikaauswahl und Indikation zur Resistenzuntersuchung. *Pädiatr Prax* 1989/90;39:39–48.
- Williams GJ, Lee A, Craig JC. Long-term antibiotics for preventing recurrent urinary tract infection in children (Cochrane Review). *J Pediatr* 2001;138:868–74.
- Winberg J, Andersen HJ, Bergstrom T, et al. Epidemiology of symptomatic urinary tract infection in childhood. *Acta Paediatr Scand S* 1974;252:1–20.