

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Kinderchirurgie
an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. R. Finke)
und aus der Klinik für Kinderchirurgie des Krankenhauses
St. Elisabeth und St. Barbara
Lehrkrankenhaus der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Chefarzt Prof. Dr. med. habil. V. Hofmann)

Retrospektive Studie der Urolithiasis im Kindesalter
Diagnostik, Therapie und Spätergebnisse aus dem
St. Barbara-Krankenhaus Halle von 1980 bis 1999

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Kathrin Ruschke
geb. am 21.10.1966 in Aschersleben

Gutachter:

1. Prof. Dr. med. V. Hofmann
2. Prof. Dr. med. H. Heynemann
3. Prof. Dr. med. W. Hirsch

Halle (Saale), 30. September 2004

urn:nbn:de:gbv:3-000007382

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000007382>]

Referat

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, sowohl die diagnostischen, als auch die therapeutischen Möglichkeiten im Behandlungskonzept der Urolithiasis im Kindesalter aufzuzeigen.

Es soll der Wandel dieses Konzeptes in den letzten 20 Jahren herausgestellt und ein Beitrag zur Beantwortung der Frage nach dem optimalen therapeutischem Management geleistet werden.

Der Einfluss neuentwickelter, minimalinvasiver Operationsmethoden und der Extrakorporalen Stoßwellenlithotrypsie sowie der Ursachen des Harnsteinleidens im Kindesalter auf die Entwicklung der Niere sollen diskutiert werden.

Dank der stürmischen Weiterentwicklung der im diagnostischen Ultraschall zur Anwendung kommenden Gerätetechnik, stehen heute nahezu flächendeckend sowohl in der Pränataldiagnostik als auch in der allgemeinen und kinderärztlichen Praxis Sonographiegeräte zur Verfügung, die es ermöglichen, angeborene Fehlbildungen des harnableitenden Systems frühzeitig zu erkennen sowie ein Harnsteinleiden schnell und sicher zu diagnostizieren.

Die Einführung der Extrakorporalen Stoßwellenlithotrypsie und minimalinvasiver Operationmethoden ermöglicht eine immer bessere und individuell abgestimmte Behandlung der Kinder mit Urolithiasis.

Eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Fachrichtungen zur Erstellung eines auf die Bedürfnisse des einzelnen Kindes abgestimmten Behandlungskonzeptes und die posttherapeutische langfristige Betreuung sind unabdingbare Voraussetzung. Sowohl in der primären Diagnostik und als auch in der Verlaufskontrolle haben sich der Ultraschall und die Nierensequenzszintigraphie als im besonderen Maße geeignete Methoden herausgestellt.

Auf Grund der Heterokausalität der Erkrankung ist eine Standardisierung in der Therapie jedoch nur bedingt möglich. In Abhängigkeit von der Steinlokalisierung, der Steingröße, der Harnabflußverhältnisse und nicht zuletzt dem Alter des Kindes, stehen sowohl konservative, endoskopische und operative Behandlungsmöglichkeiten, als auch die Extrakorporale Stoßwellenlithotrypsie zur Option.

Es wird über 67 Kinder mit Harnsteinleiden in einem Zeitraum von 20 Jahren berichtet. Die möglichst frühzeitig nach Diagnosestellung eingeleitete Behandlung und gleichzeitige Korrektur assoziierter Anomalien des harnableitenden Systems führt bei normalisierten Abflußverhältnissen und ohne rezidivierende Infektionen zu einer guten Weiterentwicklung der betroffenen Niere, ungeachtet der zur Anwendung kommenden Behandlungsmethode.

Ruschke, Kathrin:

Retrospektive Studie der Urolithiasis im Kindesalter

Diagnostik, Therapie und Spätergebnisse aus dem St. Barbara-Krankenhauses Halle von 1980-1999. Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 68 S., 2003

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zielstellung	1
2. Allgemeine Aspekte und Besonderheiten der Urolithiasis im Kindesalter	2
2.1. Ursachen der Harnsteinbildung	3
2.1.1. Infektionssteine	3
2.1.2. Stauungssteine	4
2.1.3. Metabolische Konkremente	4
2.1.3.1. Hyperkalziurie	4
2.1.3.2. Hyperoxalurie	5
2.1.3.3. Fremdkörpersteine	5
2.1.3.4. Zystinsteine	5
2.1.3.5. Harnsäuresteine, Xanthin- und 2,8-Dihydroxiadeninsteine	6
2.1.4. Nephrokalzinose	6
2.1.5. Harnsteine nach medikamentöser Therapie	7
2.2. Typische Harnsteine	7
2.3. Symptomatik	8
2.4. Diagnostik	8
2.4.1. Labordiagnostik	9
2.4.2. Radiologische Diagnostik	9
2.4.3. Sonographie	11
2.4.4. Nierensequenzsintigraphie	14
2.4.5. MRT	15
2.5. Therapie	16
2.5.1. Operative Therapie	16
2.5.1.1. Perkutane Nephrolitholapaxie (PCNL)	18
2.5.2. Endourologie	19
2.5.3. Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL)	20
2.5.3.1. Auxilliäre endourologische Techniken	23
2.5.4. Litholyse	23
2.5.5. Pro- und Metaphylaxe	24

3.	Eigenes Patientengut	25
3.1	Zusammensetzung des Krankengutes	25
3.2	Symptomatik	26
3.3	Diagnostische Untersuchungen	27
3.3.1	Steinlokalisierung	28
3.3.2	Steinanalysen	28
3.3.3	Begleiterkrankungen, Harnwegsanomalien und Stoffwechselstörungen	29
3.4	Therapie	30
3.5	Art der Nachuntersuchung	32
4.	Ergebnisse	33
4.1	Gruppe I	33
4.2	Gruppe II	36
4.3	Nierenentwicklung und assoziierte Fehlbildung	39
4.4	Gruppe III	40
4.5	Gruppe IV	41
4.6	Posttherapeutische Nierenentwicklung - Operation versus ESWL	44
4.7	Gruppe V und VI	44
4.8	Nierenentwicklung des Patientengutes insgesamt	45
5.	Diskussion	47
5.1	Symptome des Harnsteinleidens im Kindesalter	47
5.2	Harnsteinleiden und assoziierte Fehlbildungen	47
5.3	Die Bedeutung der Sonographie in der Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Harnsteinleidens im Kindesalter	48
5.4	Steinlokalisierung	49
5.5	Steinanalysen	50
5.6	Therapieoptionen bei Harnsteinleiden im Kindesalter	51
5.7	Rezidivrate von Harnsteinen im Kindesalter	52
5.8	Ergebnisse der Nachuntersuchung	52
6.	Zusammenfassung	57
7.	Literaturverzeichnis	58
8.	Thesen	67
9.	Anhang	

1. Zielstellung

Noch bis Mitte des 18. Jahrhunderts waren 60% der Patienten mit Harnsteinen Kinder [8]. Es handelte sich damals fast ausschließlich um Harnsäuresteine, welche zumeist in der Blase lokalisiert waren. Seit dem war mit zunehmender Industrialisierung und der damit einhergehenden Verbesserung der Lebensbedingungen eine deutliche Rückläufigkeit zu verzeichnen. Insbesondere Kinder aus unterentwickelten Regionen Südostasiens, des mittleren Ostens, Australiens und Afrikas haben jedoch auch heute noch sehr häufig Harnsteine. In Indien und der Türkei besteht ein endemisches Harnsteinleiden [8, 35, 18, 69, 6]. Ursachen dafür sind vor allem in der oft mangelhaften Hygiene, den Ernährungsgewohnheiten, der Gewohnheit des Wassertrinkens und langanhaltenden Durchfallerkrankungen zu suchen [6, 40].

Auch in Westeuropa ist jedoch wieder eine Zunahme der kindlichen Urolithiasis zu verzeichnen, welche sich jedoch zum größten Teil auf die verbesserten diagnostischen Möglichkeiten, insbesondere nach Einführung der Ultraschalldiagnostik zurückführen läßt. Die Früherfassung täuscht hier eine echte Zunahme vor. Außerdem werden mutmaßlich, ähnlich wie in der Erwachsenenurologie Schwankungen in der Inzidenz des Harnsteinleidens verantwortlich gemacht, ohne dass es dafür plausible Erklärungen gibt [31, 35]. Insgesamt haben sich in den letzten 20 Jahren jedoch nicht nur die diagnostischen sondern auch die therapeutischen Möglichkeiten rasant weiterentwickelt, sodass ein Wandel sowohl in der Diagnostik als auch in der Behandlung des Harnsteinleidens im Kindesalter stattgefunden hat.

Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit die Daten von Kindern mit Harnsteinleiden, welche im Zeitraum von 1980 bis 1999 am St. Barbara-Krankenhauses Halle behandelt worden sind zusammengestellt. Die Kinder wurden nachuntersucht, die Ergebnisse hinsichtlich der Nierenentwicklung nach Harnsteinleiden und dessen Therapie ausgewertet. Als Kriterien bei der Nachuntersuchung wurden sowohl die Morphologie als auch die Funktion der betroffenen Niere herangezogen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Wandel in Diagnostik und Therapie am eigenen Krankengut darzustellen und den Einfluss der unterschiedlichen Behandlungskonzepte in den letzten 20 Jahre auf die Langzeitergebnisse der Nierenentwicklung nach Harnsteinleiden aufzuzeigen.

Es soll der Stellenwert der Sonographie bei der Diagnostik und Therapie der kindlichen Urolithiasis herausgestellt und anhand des eigenen Krankengutes dargestellt und diskutiert werden.

Die Frage nach der geeigneten Therapie des Harnsteinleidens im Kindesalter in Abhängigkeit vom Alter der Patienten und der Lokalisation der Harnsteine soll beantwortet werden.

2. Allgemeine Aspekte und Besonderheiten der Urolithiasis im Kindesalter

Das Harnsteinleiden im Kindesalter ist mit 2-5 % aller gebildeten Harnsteine selten. Die Inzidenz in Europa wird in der Altersgruppe 0-14 Jahre mit 1:45000-70000 bzw. ca. 0,5-2 ‰ angegeben [15, 35, 44].

In 40-75% sind die Kinder jünger als 6 Jahre, 10% entfallen auf das Säuglingsalter [10, 2].

Bezüglich der Geschlechtsverhältnisse besteht eine geringe Knabenwendigkeit, sie sind etwa 1,43 mal häufiger betroffen als Mädchen [16].

95% der Harnsteine im Kindesalter finden sich im oberen Harntrakt, Blasensteine sind sehr selten [13].

Die Urolithiasis ist keine Krankheit, sondern ein Symptom, welchem häufig rezidivierende Infekte (29-80%) oder pathologisch-anatomische Veränderungen am harnableitenden System (15-30%), selten (< 10%) metabolische Erkrankungen zu Grunde liegen [2].

Die Diagnostik und Therapie der Urolithiasis bei Kindern beschäftigt interdisziplinär mehrere Fachgebiete; so die Kinderheilkunde, die Kinderchirurgie, die Kinderradiologie und die Kinderurologie.

Ihre enge Zusammenarbeit ist die Voraussetzung für ein erfolgreiches Behandlungskonzept.

Bei einer Rezidivrate von 5-40%, bedarf es neben der Sanierung des aktuellen Steinleidens oft einer ausreichenden Rezidivprophylaxe, gegebenenfalls einer lebenslangen medikamentösen Behandlung sowie einer langfristigen Kontrolle [8].

Im Zuge der zunehmenden Globalisierung, des geeinten Europas und der Zuwanderungssituation in Deutschland sind die regionalen, sozioökonomischen und diätetischen Aspekte des Harnsteinleidens nicht außer Acht zu lassen.

Im Unterschied zu den Erwachsenen kommen insbesondere im Kleinkindalter Infektsteine, im Schulalter vor allem Kalziumoxalat-Steine vor. Harnsäuresteine dagegen findet man sehr selten.

Insgesamt steigt die Häufigkeit von Harnsteinen im Kindesalter ab dem 9. Lebensjahr stark an [8, 2].

Bei Kindern sind die ersten Symptome im Gegensatz zum Erwachsenen oft verschleiert und unspezifisch. Es gibt weniger häufig Spontanabgänge und eine vergleichsweise hohe Inzidenz an akuten Verschlüssen, welche bereits nach 4-6 Wochen einen Funktionsverlust der betroffenen Niere nach sich ziehen können [44].

2.1. Ursachen der Harnsteinbildung

Die Genese der Harnsteine stützt sich auf drei Theorien, wobei jedoch die Übersättigung des Urins mit steinbildenden Substanzen als das zentrale Problem anzusehen ist. Die auslösenden Faktoren hierfür sind vielfältig: partielle renale Insuffizienz, Fehlernährung, medikamentöse Intoxikation, Resorptionsstörungen im Magen-Darm-Trakt, Stoffwechselstörungen, Enzymdefekte, Hormonstörungen. Außerdem spielen Störungen der Urodynamik, rezidivierende Infektionen und der Urin-pH-Wert eine Rolle, so dass die Harnsteinbildung insgesamt als ein sehr komplexes, multifaktorielles Geschehen anzusehen ist.

Die Matrixtheorie besagt, dass alle Steine ein aus organischer Substanz bestehendes Gerüst (2-10%) haben, an welches sich Harnsalze sekundär anlagern [8]. Bei der Kristallisationstheorie kommt es zur Kristallisation von Harnsalzen in einer übersättigten Lösung und Ablagerung dieser an Fremdoberflächen.

Dabei unterscheidet man die freie Kristallisation, welche abhängig ist von der Zahl der Ionen bzw. Moleküle und der Kristallisationsgeschwindigkeit und die fixierte Kristallisation, welche die Kristallisation von Fremdpartikeln an spezifischen Grenzflächen beschreibt.

Die Inhibitortheorie macht den Mangel an kristallisationshemmenden Substanzen (Magnesium, Zitat, Pyrophosphat, saure Mukopolysaccharide) begünstigend für Kristallentstehung und -wachstum verantwortlich.

Aus klinischer Sicht ergibt sich jedoch eine etwas andere Einteilung folgender ätiologischer Gruppen: Infektionssteine, Stauungssteine, metabolische Konkremente und solche anderer Ursache [35].

2.1.1. Infektionssteine

Der Anteil der Infektionssteine an allen Harnsteinen des Kindesalters wird mit 54% angegeben. Betroffen sind vor allem Knaben bis zum 3. Lebensjahr.

Ihr Anteil an Infektionssteinen wird mit bis über 70% angegeben [86].

Die Inzidenz der Harnwegsinfektionen im Neugeborenen- und Säuglingsalter beträgt 0,1-1,4% und nimmt mit zunehmendem Alter des Kindes ab [8].

Ursächlich für rezidivierende Harnwegsinfektionen sind ureasebildende, harnstoffspaltende Mikroorganismen, vor allem *Proteus mirabilis* (75%) sowie einige *Pseudomonas*-Stämme, Klebsiellen, *Escherichia coli* und Staphylokokken. Diese führen durch Spaltung von Harnstoff in CO_2 und Ammoniak zu einer Alkalisierung des Urin-pH und somit zur Bildung phosphathaltiger Steine, typischerweise Struvit und Apatit. Beide finden sich häufig auch als Hülle von z.B. Kalziumoxalat-Steinen, welche eine Infektion auslösen und so günstige Bedingungen für Phosphate schaffen [41, 44, 15, 8].

2.1.2. Stauungssteine

Bei den Stauungssteinen liegen gleichzeitig eine Harnwegsinfektion und eine obstruktive, meist kongenitale Harntransportstörung vor.

Vor allem handelt es sich dabei um Ureterabgangsstenosen, prävesikale Ureterstenosen und Hufeisennieren. Seltener betroffen sind Kinder mit Doppelnieren bzw. vesikoureteralem Reflux [35].

2.1.3. Metabolische Konkremente

Die Inzidenz metabolischer Konkremente, vor allem Kalziumoxalat- und Kalziumphosphat-Steine steigt nach dem 5. bis zum 10. Lebensjahr stark an. Ursächlich für ihre Entstehung sind neben der sogenannten idiopathischen Hyperkalziurie, für die sich keine direkte Ursache finden lässt vor allem Krankheitsbilder, welche durch eine erhöhte exogene Kalzium- bzw. Oxalsäurezufuhr oder eine endogen bedingte Kalzium- und Oxalsäureausscheidung gekennzeichnet sind [2].

Tabelle 1: Grenzwerte der renalen Exkretion für den Therapiebeginn bei Kindern [47]

		Therapiebeginn [mmol/kg*d ⁻¹]
Kalzium		> 0,1
Oxalat		> 0,0063
Harnsäure		> 0,063
Citrat		< 0,01
Zystin	Heterozygote	0,0058 - 0,0117
	Homozygote	> 0,024
Magnesium		< 0,045
Phosphat		> 0,483

2.1.3.1. Hyperkalziurie

Bei der Hyperkalziurie unterscheidet man zwischen renaler, resorptiver und absorptiver Hyperkalziurie. Mehr als $\frac{3}{4}$ der Hyperkalziurien im Kindesalter sind renal bedingt [86]. Bei dieser Form ist die tubuläre Rückresorption von Kalzium gestört.

Als resorptive Hyperkalziurie bezeichnet man die vermehrte Kalziumfreisetzung aus dem Knochen z.B. bei Immobilisation infolge einer längeren Bettlägerigkeit. Radiologisch konnten bereits 8 Tage nach Immobilisation Nierensteine nachgewiesen werden [65].

Durch die Immobilisationsosteoporose kommt es zu einer Hyperkalziurie und infolge dessen zur Bildung von Kalziumphosphat-Steinen den sogenannten Immobilisationsteinen. Diese treten vorwiegend im Kindes- und jugendlichen Erwachsenenalter auf [2, 8, 35].

Weiter seltene Erkrankungen des Kindesalters, die über eine Hyperkalziämie und Hyperkalziurie zur Harnsteinbildung führen sind der primäre Hyperparathyreodismus mit ursächlichem Nebenschilddrüsenadenom und die idiopathische infantile Hyperkalziämie [35, 59].

Der absorptiven Hyperkalziurie liegt eine intestinale Hyperabsorption von Kalzium zu Grunde, eine seltene Erkrankung ist die Vitamin D-Intoxikation.

2.1.3.2. Hyperoxalurie

Die primäre Hyperoxalurie ist selten. Es handelt sich um eine angeborene Stoffwechselerkrankung, welcher zwei unterschiedliche Enzymdefekte zugrunde liegen.

Die sekundäre Hyperoxalurie wird durch endogene z.B. gastrointestinale Erkrankungen oder exogene Ursachen hervorgerufen.

Neben einer in Westeuropa seltenen alimentär bedingten Hyperoxalurie spielen hier Narkosen mit Methoxyfluran, exzessive Vitamin C-Zufuhr und die Infektion mit Aspergilluspezies eine Rolle [8].

2.1.3.3. Fremdkörpersteine

Fremdkörpersteine werden fast ausschließlich in der Harnblase beobachtet und entstehen nach manipulativem Einbringung von z.B. Haarspangen, Bleistiften o.ä. bzw. nach operativen Eingriffen durch abgerissene Sonden oder auch infolge von schlecht bzw. nicht resorbierbarem Nahtmaterial, durch einen Kalziumphosphatmantel, welcher sich um das Fremdmaterial bildet [32, 2, 54].

2.1.3.4. Zystinsteine

Zystinsteine werden bei 1-6 % der Kinder mit Harnsteinen beobachtet [15, 8].

Die Zystinurie beruht auf einer angeborenen Transportstörung der Aminosäuren Zystin, Ornithin, Lysin und Arginin in der Darmmukosa und den Tubuluszellen der Niere.

Zystin ist in saurem Urin pH nahezu unlöslich und fällt als Stein aus.

Über 20% der Zystinsteinbildner werden vor dem 15. Lebensjahr manifest [8, 51].

2.1.3.5. Harnsäuresteine, Xanthin- und 2,8-Dihydroxiadeneinsteine

Harnsäuresteine sind im Gegensatz zum Erwachsenenalter bei Kindern selten. Ihre typische Entstehung geht mit konstant unter 5,5 liegenden Urin pH-Werten, der sogenannten Säurestarre des Harns einher, welche zur Unterschreitung des Löslichkeitsproduktes von Harnsäure im Urin führt.

Eine Hyperurikosurie kann im Rahmen einer Zytostatikatherapie durch Zellzerfall oder einer myeloproliferativen Erkrankung auftreten.

Außerdem sind vererbte Enzymdefekte, wie z.B. das Lesch-Nyhan-Syndrom bekannt, bei denen es zur Entstehung von Harnsäure-, Xanthin- oder 2,8-Dihydroxiadenin-Steinen kommen kann [2, 41, 8].

2.1.4. Nephrokalzinose

Unter Nephrokalzinose werden im weitesten Sinne Kalksalzablagerungen im Nierenparenchym verstanden. Ätiologisch unterscheidet man eine primäre, meist beidseitige sowie eine sekundäre, dystrophische Nephrokalzinose. Eine zusätzliche Einteilung erfolgt auf Grund der Lokalisation der Kalkablagerungen in medulläre (90%), kortikale und fokale Nephrokalzinose [8, 26]. Insgesamt sind klinisch bedeutsame Nephrokalzinosen seltene Befunde im Kindesalter. Bei Autopsien von Kindern unter 2 Jahren finden sich jedoch in 8% Kalziumablagerungen in den Nieren [60]. Primäre Nephrokalzinosen werden durch endokrine Erkrankungen, die mit Hyperkalzämie und Hyperkalziurie bzw. Hyperoxalurie einhergehen oder Tubulopathien verursacht. Nach chronischen Entzündungen, als Folge vaskulärer Prozesse, bei Tumoren oder Einwirkung nephrotoxischer Substanzen kommt es zur Verkalkung nekrotischen Gewebes. Diese werden als sekundäre Nephrokalzinosen zusammengefasst [26]. Die idiopathische Hyperkalziurie, das Bartter-Syndrom und die renale tubuläre Azidose führen zu medullären Nephrokalzinosen (Abb. 1). Eine Nierenvenenthrombose kann zur kortikalen Nephrokalzinose führen. Die primäre Hyperoxalurie ist mit einer medullär-kortikalen Nephrokalzinose verbunden [26].



Abbildung 1: Fokale medulläre Nephrokalzinose

2.1.5. Harnsteine nach medikamentöser Therapie

Besonders im Bereich der Neonatologie spielt die Harnsteinbildung nach medikamentöser Therapie zunehmend eine Rolle. So kommt es nach einer Langzeittherapie mit Furosemid bei Patienten mit pulmonalen oder cardialen Problemen zu Alkalose und Hyperkalziurie und somit zur Entstehung von hauptsächlich Kalziumoxalat- und Kalziumphosphat-Steinen sowie zu Nephrokalzinosen [38, 96, 60].

Weitere Medikamente, die zur Nierensteinbildung führen können sind Kalzium-Glukonat, Vitamin D, Kortikosteroide, Azetozolamid und Allopurinol [8].

2.2. Typische Harnsteine

Die Hauptkomponenten der Harnkonkremente im Kindesalter sind Kalziumoxalat, Phosphat, Harnsäure und Zystin.

Harnsteine sind vorwiegend aus kristallinen Substanzen aufgebaut, hinzu kommen organische Substanzen vor allem Mukoproteine, welche das Grundgerüst (ca. 2,5 %) der Steinmasse ausmachen. Nur bei den sogenannten, gummiähnlichen Matrixsteinen, welche im infizierten Harn entstehen, sind sie Hauptanteil. Etwa $\frac{1}{3}$ bis die Hälfte der Harnsteine sind monomineralisch [5, 2].

Tabelle 2: Harnsteinarten, Bezeichnung und Zusammensetzung [2]

<u>Calciumoxalatsteine</u>	
Whewellit	$\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Wedellit	$\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
<u>Calciumphosphatsteine</u>	
Hydroxylapatit	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Carbonatapatit	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6(\text{OH},\text{CO}_3)_2$
Brushit	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Whitlockit	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Octacalciumphosphat	$\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
<u>Magnesiumphosphatsteine</u>	
Struvit	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Newberyit	$\text{MgPHO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Bobierit	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
<u>Harnsäuresteine</u>	
Harnsäure	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$
Harnsäuredehydrat	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Ammoniumhydrogenurat	$\text{NH}_4\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3$
Natriumhydrogenuratmonohydrat	$\text{NaC}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Cystinsteine	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2$
Xanthinsteine	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$
Matrixsteine	Mucoproteine

Verschiedene Harnsteinstudien im Kindesalter zeigen regionale Unterschiede in der Frequenz der unterschiedlichen Harnsteinarten.

So werden z.B. in der Türkei überwiegend Kalziumoxalat- und Kalziumphosphat-Steine beobachtet, in Australien und Spanien kommen infolge gehäufte Harnwegsinfektionen vor allem Struvitsteine vor [69, 19].

Summarisch werden jedoch vorwiegend kalziumhaltige Konkrementen registriert. Ihr Anteil liegt bei 58-94 %, davon sind 10-60 % oxalathaltige Steine.

Am zweithäufigsten sind Struvitsteine mit 4-28 % gefolgt von Harnsäuresteinen mit 1-19 %. 1-10 % der Kinder haben Zystinsteine.

Extrem selten sind Xanthin- und Dihydroxiadeninsteine [2].

2.3. Symptomatik

Die Symptome der Urolithiasis im Kindesalter sind vielfältig, altersabhängig und oft unspezifisch. Im Säuglingsalter stehen Unruhe und hohes Fieber z.B. bei Urosepsis im Vordergrund.

Uncharakteristische Bauchschmerzen, gelegentlich begleitet von gastrointestinalen Störungen, wie Erbrechen sowie Wind- und Stuhlverhalt sind im Kleinkindalter vorherrschend.

Aber auch Makro- oder Mikrohämaturie sowie rezidivierende, häufig febrile Harnwegsinfektionen mit Leukozyt- und/oder Bakteriurie können auf eine Steinproblematik hinweisen. Bis zum 3. Lebensjahr ist die Pyurie in 50 %, beim älteren Kind in 20 % der Fälle Leitsymptom [35].

Außerdem ist die schmerzlose Ausscheidung kleiner, glattwandiger Steine in dieser Altersgruppe nicht selten.

Die bei Erwachsenen typischen kolikartigen Beschwerden finden sich meist erst bei Kindern im Schulalter.

Die Diagnostik erfolgt in der Regel nach Abklingen der akuten Symptomatik. Hohes Fieber, Schüttelfrost, Oligurie oder Anurie allerdings sind Alarmsymptome schwerwiegender Komplikationen wie z.B. einer Ureterruptur und müssen sofort abgeklärt werden [49].

Im Schnitt verstreicht mehr als 1 Jahr bis zur stationären Abklärung [35].

2.4. Diagnostik

Die Diagnostik der Urolithiasis im Kindesalter unterscheidet sich nicht wesentlich von der bei erwachsenen Patienten. Aufgrund der bei kleineren Kindern eingeschränkten Mitteilungsfähigkeit ist sie jedoch oftmals schwieriger.

Differenzialdiagnostisch sind bei gastrointestinalen Beschwerden Erkrankungen mit ähnlicher Symptomatik, wie Erkrankungen der Gallenwege, abdominale und bei Mädchen gynäkologische Erkrankungen, eine Appendizitis, raumfordernde Prozesse oder nichtsteinbedingte Nierenerkrankungen abzugrenzen.

Die familiäre Häufung von Steinerkrankungen ist bekannt.

Daher ist die Erhebung der Familienanamnese besonders zu beachten. Eß- und Trinkgewohnheiten, rezidivierende Harnwegsinfektionen, unklare Fieberschübe und intermittierende abdominale Beschwerden sowie Medikamenteneinnahmen und Phasen der Immobilisation sind zu erfragen. Neben den laborchemischen Untersuchungen wie der mikroskopischen und mikrobiologischen Harndiagnostik sowie der Abklärung metabolischer Störungen kommt der bildgebenden Diagnostik bei der Urolithiasis eine besondere Stellung zu.

2.4.1. Labordiagnostik

Labordiagnostisch können eine Erythrozyturie, eine Leukozyturie, eine Bakteriurie, eine Proteinurie sowie Harnsäurekristalle im Urin primär hinweisend auf eine Urolithiasis sein. Bei verändertem Urin pH-Wert kann man Rückschlüsse auf das Vorhandensein einer Stoffwechselerkrankung z.B. der Zystinurie ziehen. Seltene Stoffwechselerkrankungen wie die Hyperkalziurie und die Hyperoxalurie führen zu entsprechenden paraklinischen Veränderungen, auf welche jedoch hier nicht näher eingegangen werden soll.

2.4.2. Radiologische Diagnostik

Die Mehrzahl der im Kindesalter auftretenden Harnsteine sind aufgrund ihres Absorptionsverhaltens für Röntgenstrahlen auf der Abdomenleeraufnahme erkennbar (Abb. 2).

Tabelle 3: Absorptionskoeffizienten von Harnsteinkomponenten für Röntgenstrahlen [8]

Steinkomponente	[cm]	Röntgendicht
Ca-Phosphat	7,4-15,0	schattengebend
Ca-Oxalat	5,4- 6,6	schattengebend
Zystin	2,8	schwach schattengebend
Mg-Ammoniumphosphat	2,1	schwach schattengebend
Harnsäure	0,9- 1,0	nicht schattengebend
Xanthin	-	nicht schattengebend
2,8-Dihydroxyadenin	-	nicht schattengebend

Verkalkte mesenteriale Lymphknoten, Kotsteine, Phlebolithen sowie Verkalkungen in Teratomen oder auch Fremdkörper können Anlass zu Verwechslungen mit Harnsteinen geben.

Im Ausscheidungsurogramm kommen auch nichtschattengebende Harnsteine als Umfließungsfigur zur Darstellung. Außerdem gibt das Urogramm Aufschlüsse über Störungen der Urodynamik, Form- und Lageanomalie von Nieren und Ureteren sowie die Nierenfunktion (Abb. 3).



Abbildungen 2 und 3:
prävesikaler Ureterstein mit Harntransportstörung im Ausscheidungsurogramm

Bei der Primärdiagnostik allerdings ist es von Nachteil, dass insbesondere kleinere oder nur schwach schattengebende Konkremente durch Überlagerung knöcherner Strukturen nicht zur Abbildung kommen. Geblähte und stuhlgefüllte Darmschlingen machen durch Luftüberlagerung im Akutfall eine eindeutige Aussage unmöglich. Nicht zuletzt ist die erhebliche Strahlenbelastung für die oftmals kleinen Patienten ein nicht zu vernachlässigender und limitierender Faktor, insbesondere bei Mehrfachuntersuchungen und Dispensairebetreuung.

Eine weitere radiologische Untersuchungsmethode im Spektrum der diagnostischen Möglichkeiten ist die Computertomographie nativ oder mit Kontrastmittel (Abb. 4). Harnsteine weisen gegenüber anderen Strukturen des harnableitenden Systems eine mehr oder weniger charakteristische Densität auf, z.B. Zystin 100-300 Hounsfield Einheiten, Calciumsalze 400-600 Hounsfield Einheiten [58].

Die Untersuchung mit Kontrastmittel gibt im wesentlichen ähnliche Auskünfte über Anatomie und Funktion des harnableitenden Systems wie das Ausscheidungsurogramm.

Die Strahlenbelastung ist allerdings bei der Computertomographie um ein vielfaches höher als bei einer Abdomenübersichtsaufnahme. Außerdem ist es nicht nur für den Ungeübten schwierig aus den Schnittbildern eine übersichtliche Darstellung zu rekonstruieren.

Aus diesem Grund kommt der Computertomographie insbesondere in der Diagnostik des Harnsteinleidens im Kindesalter, wenn überhaupt nur eine untergeordnete Rolle zu.



Abbildung 4:
Nierenstein im Computertomogramm
(Klinik für Diagnostische Radiologie Universität Halle-Wittenberg)

2.4.3. Sonographie

Seit Anfang der 80er Jahre hat sich die Sonographie als erstrangige bildgebende Methode bei der Darstellung der Nieren und des harnableitenden Systems insbesondere im Kindesalter durchgesetzt.

Auf Grund der rasanten technischen Entwicklung stehen heute Ultraschallgeräte mit hoher Auflösung zur Verfügung, welche sich immer besser handhaben lassen und auch bettseitig einsetzbar sind.

Die meist schlanken Kinder lassen sich so nichtinvasiv, ohne vorherige Sedierung oder Narkose problemlos und unbegrenzt oft untersuchen.

Bei der Diagnostik des akuten Abdomens besteht mit der Ultraschalluntersuchung die Möglichkeit schnell und sicher mögliche Differenzialdiagnosen einzugrenzen bzw. auszuschließen.

Es lassen sich sonographisch auch kleinste und radiologisch nicht schattengebende Konkremente darstellen.

Die dynamische Untersuchung erlaubt es bei guter Kooperation, z.B. durch tiefes Ein- und Ausatmen sowie durch Lageveränderung des Patienten, auch radiologisch durch Überlagerung nicht sichtbare Strukturen darzustellen.

Dopplersonographisch lassen sich funktionelle Aussagen, z.B. durch das Jet-Phänomen bei der Harnentleerung in die Blase, machen (siehe Abb. 7).

Sonographische Kriterien der Urolithiasis sind nach *Hoyer* [31]:

- * Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems und/oder des Ureters
- * Konkremete stellen sich echoreich dar und weisen eine typische distale Schallauslöschung auf, die sich mit der Niere mitbewegt
- * Die Oberfläche der Steine kann glatt oder rauh sein
- * Die Größe variiert von Millimetern zu Zentimetern bis zum Ausgußstein
- * Auf Grund des begrenzten lateralen Auflösungsvermögens je nach Schallkopffrequenz, ist bei eng zusammenliegenden Steinen nicht immer deren Anzahl erkennbar
- * Die Darstellung der Steine muss in zwei Ebenen möglich sein

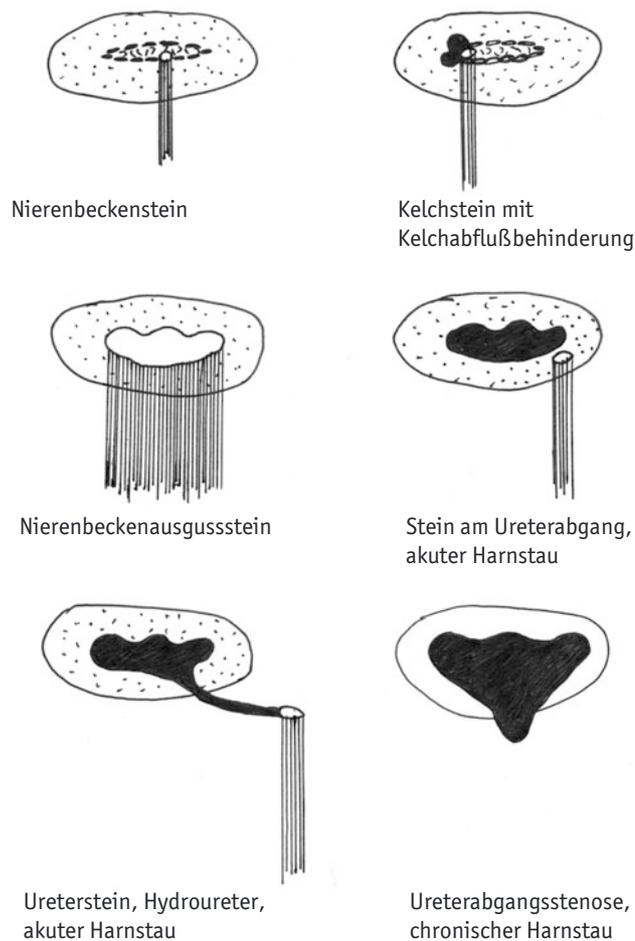


Abbildung 5:
Schematische Darstellung sonographischer Befunde bei Urolithiasis mit akuter Harnstau, zum Vergleich chronischer Harnstau bei Ureterabgangsstenose

Die bei ca. $\frac{1}{3}$ der pädiatrischen Patienten gleichzeitig vorliegenden Anomalien des harnableitenden Systems, welche oft ursächlich für das Harnsteinleiden sind, werden sonographisch bei der Primäruntersuchung ebenfalls erfasst. Häufige Steinlokalisationen sind das Pyelon (Abb. 6), die untere Kelchgruppe, der mittlere Ureteranteil, der prävesikale Ureter (Abb. 7) und die Harnblase (Abb. 8), wobei der Stein bei entsprechender Abtreibungstherapie nacheinander an allen genannten Stellen dargestellt werden kann.



Abbildung 6: Nierenbeckensteine



Abbildung 7: Prävesikaler Ureterstein mit Jet-Phänomen



Abbildung 8: Zystinsteine in der Harnblase

Lediglich der mittlere Ureteranteil ist sonographisch oft schwer beurteilbar. Allerdings ermöglicht die, mit der Lokalisation des Konkrements im Ureter einhergehende Dilatation desselben, die Einsehbarkeit dieses Ureterabschnittes. Entblähende und abführende Maßnahmen sowie das Wegdrücken vorgelagerter Strukturen sind ebenfalls hilfreich.

Diamant et al. favorisierten bereits 1986 den Ultraschall als deutlich sensitivere Methode gegenüber der Abdomenübersichtsaufnahme bei der Diagnostik von Harnsteinen (84% versus 54%), wobei die Abdomenübersicht führend bei der Diagnose von Uretersteinen war [19].

Bei der Erkennung der Nephrokalzinose erweist sich die Sonographie ebenfalls als sehr sensitiv. Charakteristisch ist eine Echovermehrung im Bereich des Nierenmarks [78] (siehe Abb. 1). Die zumeist nur punkt-oder stippchenförmigen Verkalkungen entgehen auf Abdomenübersichtsaufnahmen häufig dem Nachweis. Die Atemverschieblichkeit stellt den limitierenden Faktor bei der Computertomographie dar [60].

Gelingt es, die Nieren und das harnableitende System einwandfrei darzustellen, kann man auf Röntgenuntersuchungen verzichten.

Allerdings ist zur Therapieplanung insbesondere bei der Indikationsstellung zur ESWL oder einer operativen Maßnahme ein Ausscheidungsurogramm unverzichtbar.

2.4.4. Nierenfunktionsszintigraphie

Mit der Entwicklung neuer und verbesserter Radiopharmaka, leistungsfähiger Computer und Szintikameras (Abb. 11), hat die nuklearmedizinische Nierendiagnostik an Bedeutung gewonnen.

Eine Nierenfunktionsszintigraphie kann zur Beurteilung der seitengetrenten Funktion beider Nieren sowie zur Beschreibung der urodynamischer Wertigkeit vorbestehender Harnabflußstörungen beitragen. Nach intravenöser Injektion von ^{123}I -oder ^{131}I -Hippuran, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG₃ (tubuläre Sekretion) oder $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA (glomeruläre Filtration) dokumentieren Gammakamerasequenzaufnahmen bis 20 min postinjektionem Größe, Lage, intrarenale Kinetik und Harnabfluß (Abb. 9).

Anschließend werden Funktionskurven mit Bestimmung von Gipfel-, Transit-oder Exkretionshalbwertszeit erstellt (Abb. 10).

Auf Grund fehlender Invasivität und geringer Strahlenbelastung, ist sie ein fester Bestandteil der funktionellen kinderurologischen Diagnostik geworden.

Nüchternheit, ausführliche Darmvorbereitung, Hospitalisation und Narkose sind unnötig, was die Untersuchung insbesondere für das Kindesalter prädestiniert. Allerdings ist die Szintigraphie nur bei Steinfreiheit aussagekräftig und sollte deshalb vor allem in der Verlaufskontrolle eingesetzt werden.

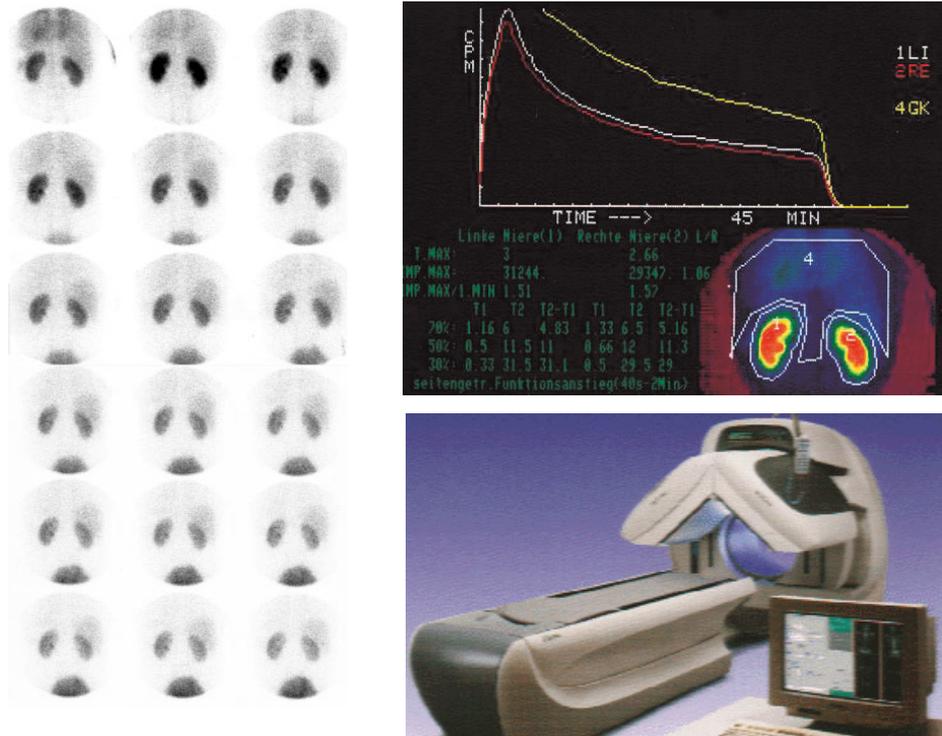
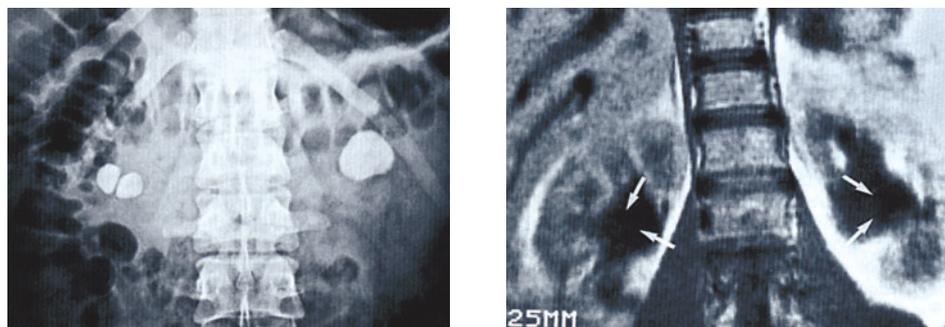


Abbildung 9, 10 und 11:
Normalbefund einer Nierensequenzszintigraphie
(Klinik für Nuklearmedizin Universität Essen), Doppelkopfkamera (Firma Elscint)

2.4.5. Magnetresonanztomographie

Hinsichtlich der Harnsteindiagnostik ist die Magnetresonanztomographie wegen der niedrigen Protonendichte der Konkremente deutlich limitiert. Hier kommt es zu einer Signalauslöschung insbesondere bei den stark kalkhaltigen Oxalatsteinen. Lediglich die sekundären Zeichen der Urolithiasis können als Harnabflußstörung dargestellt werden.

Größere Konkremente lassen sich in T2 gewichteten Sequenzen von dem dann signalintensiven Nierenbecken abgrenzen.



Abbildungen 12 und 13:
Konventionelles Röntgenbild und MRT bei Nephrolithiasis beidseits [20]

2.5. Therapie

Die Rate der Spontanabgänge wird für das Harnsteinleiden global mit 80 % angegeben. Sie liegt im Kindesalter deutlich niedriger; unterschiedlichen Literaturangaben zufolge zwischen 1-45 % [2, 35, 29].

Die Größe des Steins muß in Relation zur Größe der Niere und der ableitenden Harnwege gesehen werden. Steine bzw. Steinfragmente mit einer Größe von 4 mm oder kleiner gelten bei Erwachsenen als spontan abgangsfähig, können jedoch bei Kindern auf Grund des relativ engeren Ureters zu erheblichen Komplikationen führen [47].

Im Akutfall steht die analgetische und spasmolytische Behandlung der Kinder in Kombination mit einer ausreichenden Flüssigkeitszufuhr im Vordergrund.

Eine forcierte Diurese sowie eine gesteigerte körperliche Bewegung der Kinder ist für den Fortgang des Steintransits von entscheidender Bedeutung. Günstig sind der Einsatz von Diuretika oder auch diuresefördernde Arzneitees.

Diese konservative Abtreibungstherapie darf jedoch nur unter stationären Bedingungen, in engmaschieger sonographischer Kontrolle des Stauungsgrades der Niere erfolgen. Bei drohenden Komplikationen muss eine sofortige Intervention gewährleistet sein.

Asymptomatische Steine bis 5 mm Durchmesser, welche weder Abfluss noch Funktion der Niere behindern bedürfen in der Regel keiner Therapie, jedoch einer regelmäßigen Kontrolle.

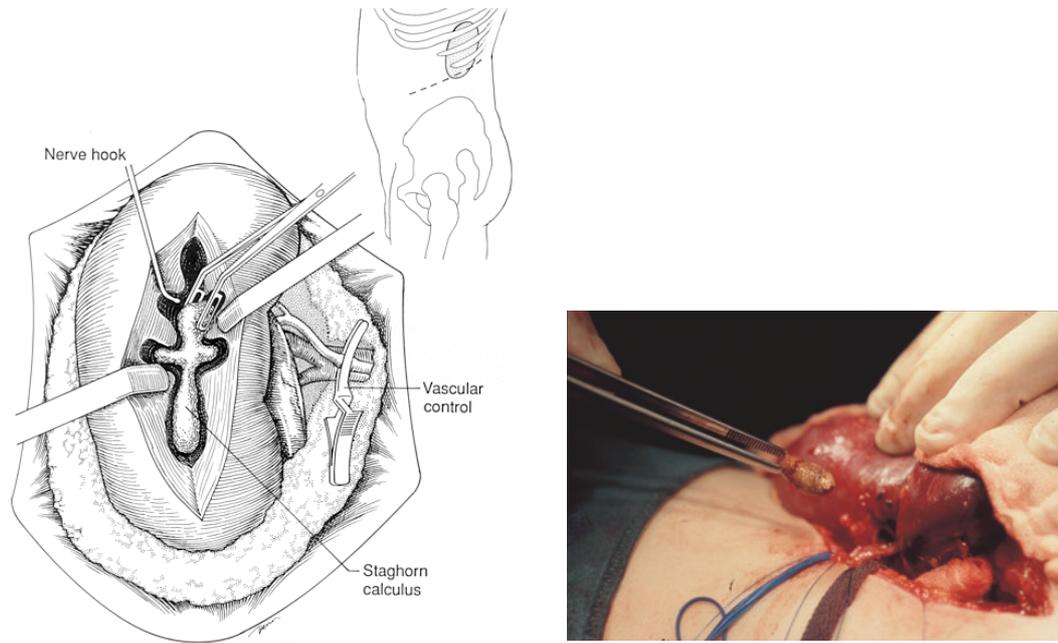
Restkonkremente dieser Größe nach vorangegangener Steinbehandlung können jedoch nicht akzeptiert werden, zumal es sich im Kindesalter oft um das zu expandierendem Wachstum neigende Struvit handelt.

Grundsätzlich stellen unabhängig von ihrer Größe alle Harnsteine, welche zu Beschwerden oder Harntransportstörungen führen, eine Behandlungsindikation dar. Verzögerungen der Steinbehandlung, auch asymptomatische Stauungszustände können schon nach 4-6 Wochen zum Funktionsverlust der betroffenen Niere führen [44]. Generell ist zu bedenken, dass für die meisten Behandlungen eine Allgemeinnarkose notwendig ist und nicht selten wiederholte Interventionen erforderlich werden.

Vorraussetzung für eine erfolgreiche Therapie ist die enge Zusammenarbeit des pädiatrischen Nephrologen, des pädiatrischen Urologen, des Hausarztes und der Eltern.

2.5.1. Operative Therapie

Die operativen Techniken bei der Behandlung der kindlichen Urolithiasis unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von denen im Erwachsenenalter. Dazu zählen entsprechend der Steinlokalisation die einfache Pyelotomie, die Pyelokalikotomie, die Nephrotomie (Abb. 14 und 15), die Nierenteilresektion, die Nephrektomie, die Ureterotomie, die Sectio alta und die Meatotomie.



Abbildungen 14 und 15:
Schematische Darstellung der Nephrotomie und Steinextraktion [5] , Operationssitus

Nach der Inbetriebnahme des ersten Lithotriptors im Jahre 1982 und der nachfolgenden stürmischen technischen Geräteentwicklung, kam es in der Erwachsenenurologie jedoch rasch zu einer Abkehr von der offenen chirurgischen Steinentfernung. Ihr Anteil ist bis heute auf 1-2 % zurückgegangen [13]. Auch in der Kinderurologie hat sich mit der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie in wenigen Jahren das Behandlungsregime der Urolithiasis entscheidend verändert. Trotzdem haben die chirurgischen Eingriffe nicht an Bedeutung verloren, zumal das Harnsteinleiden bei 1/3 der Kinder mit operationsbedürftigen Harntraktanomalien verbunden ist. In diesen Fällen sollten in einer Sitzung die Harnsteine entfernt und die vorliegenden anatomisch-pathologischen Abflussbehinderungen innerhalb des harnableitenden Systems korrigiert werden.

Meist handelt es sich um Ureterabgangs- oder Ureterostiumstenosen. Eine Indikation für die primäre operative Therapie stellt eine stark funktionsgeminderte (15 % seitengetrennter Funktionsanteil im Isotopennephrogramm) bzw. funktionslose Niere dar. In diesem Fall sollte die Niere entfernt werden. Die meisten der Autoren aus überwiegend urologischen Kliniken und Steinzentren lehnen darüberhinaus eine operative Harnsteintherapie als nicht mehr zeitgemäß ab [66, 1, 83, 84, 80].

Nach der rasanten technischen Entwicklung der Lithotriptoren in den letzten beiden Jahrzehnten, stellen selbst Säuglinge und große Steinmassen keine Kontraindikation für eine ESWL-Behandlung mehr dar.

Allerdings ist die Operation in den Dritte-Welt-Ländern aus Kostengründen weiterhin die vorherrschende Therapie der kindlichen Urolithiasis.

Die Behandlungskosten liegen z.B. in Pakistan für eine ESWL bei 780 \$, die Operation kostet 580 \$ [64].

Aber auch Kosten-Nutzen-Analysen in der Bundesrepublik Deutschland zeigen, dass die nichtchirurgische Harnsteintherapie auf Grund der systemimmanenten Leistungsausweitung gegenüber der offenen Steinoperation auch höhere Kosten zur Folge hat [14]. Bei einer Steinfreiheitsrate 3 Monate nach ESWL von 57-97 % und einer Rezidivrate nach ESWL von 8-44 % sowie im Mittel 2,2 Behandlungen, empfinden Eltern zudem die wiederholt notwendigen Narkosen als Nachteil [13, 83, 84, 66, 27, 10].

2.5.1.1. Perkutane Nephrolitholapaxie (PCNL)

Bei der PCNL erfolgt der Zugang in das Nierenbeckenkelchsystem unter sonographischer Kontrolle durch Punktion und Einbringen eines Führungsdrahtes in das Hohlraumsystem der Niere. Anschließend erfolgt unter Bildwandlerkontrolle die Bougierung bis auf Pyeloskopweite (Minstdurchmesser 16 Charier, in der Regel 24-26 Charier) und die Steinentfernung mittels Faszange, Körbchen oder Absaugung bzw. unter Sicht elektrohydraulisch oder mittels ultraschall- bzw. laserinduzierter Lithotripsie (Abb. 16).

Indikationen stellen Harnsteine mit einem Durchmesser > 20mm sowie große Zystin- und Harnsäuresteine im Nierenbeckenkelchsystem dar.

Limitierend wirkt sich im Kindesalter jedoch das Missverhältnis zwischen Instrumentengröße und Weite des kindlichen Hohlraumsystems bzw. Parenchymstärke der kindlichen Niere aus [13, 2, 45].

Die meisten Autoren geben daher eine Altersgrenze von > 3 Jahren bei der PCNL im Kindesalter an [13, 29]. Entsprechend den Leitlinien für das Harnsteinleiden bei Kindern können perkutan endoskopische Eingriffe bei Kindern ab dem 4. Lebensjahr problemlos durchgeführt werden [47].

Desai et al. berichten in einer Studie von 40 Kindern im Alter von 11 Monaten bis 15 Jahre, welche mittels PCNL erfolgreich behandelt wurden [58].

Zusammenfassend behalten offene Operation und percutane Nierensteinentfernung mit durchschnittlich jeweils 10% in ausgewählten Situationen durchaus ihre Berechtigung [29].

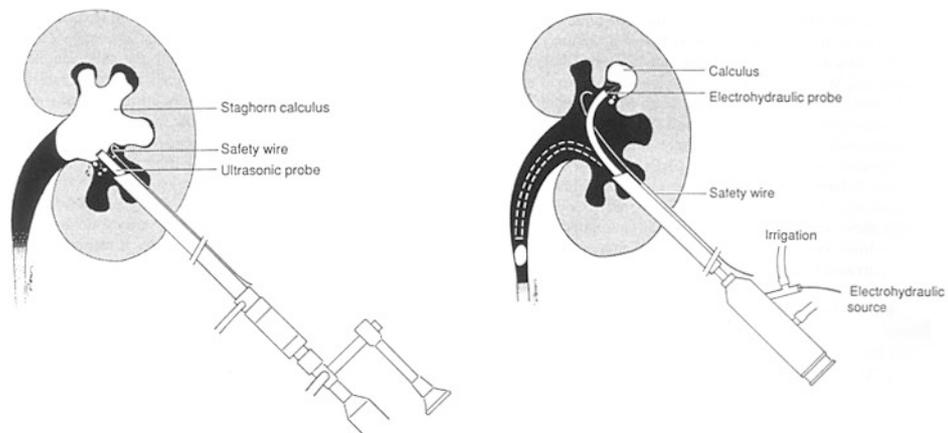


Abbildung 16: Schematische Darstellung der PCNL [5]

2.5.2. Endourologie

Bei der Therapie der Ureter- und Blasensteine bieten sich retrograde endoskopische Techniken an. Auch hier sind der Methode durch die Größe der Instrumente im Verhältnis zu den kindlichen ableitenden Harnwegen Grenzen gesetzt.

Insbesondere die Aufweitung der Ureterostien bei der Extraktion von distalen Uretersteinen kann zu einer Ostiuminsuffizienz und so zu einem vesikoureteralen Reflux bzw. durch nachfolgend narbige Veränderungen zu einer Ureterostiumstenose führen.

Die Schlingenextraktion distaler Uretersteine wird wegen der Verletzungsgefahr nicht mehr durchgeführt [48] (Abb. 17).

Insbesondere für die männliche Harnröhre besteht dabei ein erhöhtes Risiko durch Urethritis und nachfolgender Urethrastriktor.

Die Kombination aus endourologischer Technik und Laserlithotripsie bietet sich bei größeren Kindern an. So gelingt es, größere intraureterale Steinmassen feinstkörnig zu fragmentieren und mit dem Spülstrom auszuschwemmen.

Größere traumatische Manöver mit Hilfsinstrumenten entfallen.

Die Entwicklung miniaturisierter Instrumente ermöglicht diese atraumatische Therapie zunehmend auch im Säuglingsalter

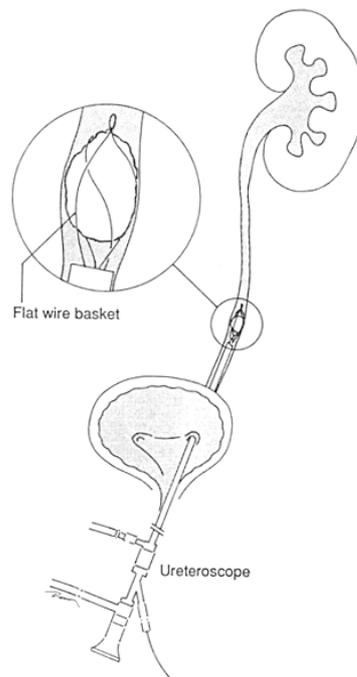


Abbildung 17:
Schematische Darstellung der Steinextraktion mittels Dormiaschlinge [5]

2.5.3. Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL)

Bei den derzeit gebräuchlichsten Lithotriptorsystemen handelt es sich um elektrohydraulische, elektromagnetische oder piezoelektrische Lithotriptoren.

Tabelle 4: Prinzipien der Stoßwellenerzeugung [97]

Funkenstreckensystem

Durch Funkenüberschlag zwischen 2 elektrischen Polen im ersten Brennpunkt eines Ellipsoids kommt es zum explosionsartigen Verdampfen des umgebenden Wassers mit Ausbreitung einer kugelförmigen Stoßwelle, die im 2. Brennpunkt des Ellipsoids fokussiert wird.

Piezoelektrisches System

Durch Anlegen eines elektrischen Feldes werden bis zu 3000 piezoelektrische Kristalle, die auf einer Halbkugel angeordnet sind, zum Schwingen angeregt; die eigentliche Stoßwelle entsteht aus der Summierung der Einzelimpulse der piezoelektrischen Kristalle und wird im Brennpunkt der Halbkugel fokussiert.

Elektromagnetisches System

Durch Durchfluß von Strom durch eine Kupferspule wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, das eine Metallmembran abstößt; durch diese Bewegungsauslenkung wird im Wasser eine Stoßwelle erzeugt; zur Fokussierung dient ein System akustischer Linsen.

Das ursprüngliche Erstgerät HM 3 der Firma Dornier begründete die Ära der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie. Die Stoßwellenankopplung erfolgt bei den Geräten der ersten Generation mit Hilfe eines offenen Wannenbehälters.

Die Behandlung mit diesen Lithotriptoren verursachte jedoch starke Schmerzen im Hautniveau und im Fokusbereich, weshalb eine Intubationsnarkose oder eine Regionalanästhesie erforderlich waren. Bei den Geräten der zweiten Generation erfolgte die lokale Ankopplung über Wasserkissen in einem abgeschlossenen System. Allerdings ergibt sich dabei ein Energieverlust von 15 % gegenüber der Ankopplung im Wasserbad [62].

Ziel der weiteren Geräteentwicklung war es, eine möglichst schmerzarme oder schmerzfreie Behandlung zu erreichen. Dies wurde durch Absenkung des Maximaldrucks im Brennpunkt und Verwendung eines Reflektorsystems mit größerer Apertur erreicht. Die Geräte der zweiten und dritten Generation zeichnen sich dadurch aus. Allerdings kommt es so auch zu einer Verkleinerung des Focus der Geräte, so dass die Wirkung am Stein pro Impuls verringert wird. Dies wird mit einer Erhöhung der Impulszahl ausgeglichen, was sich wiederum in der höheren Rate der Zweitbehandlungen niederschlägt.

Der sehr kleine Focus erfordert eine optimale, möglichst kontinuierliche Steinortung, wobei die Röntgendurchleuchtung wegen der hohen Strahlenbelastung ausscheidet. Die Ultraschallortung ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung und dehnt das Behandlungsspektrum gleichzeitig auch auf nichtschattengebende Konkreme aus.

Die flachen Behandlungstische der Geräte der zweiten Generation vereinfachen zusätzlich die Lagerung.

Somit stehen heute Lithotriptoren der dritten Generation zur Verfügung, welche alle genannten Neuerungen in sich vereinen und so eine optimale Behandlung auch von sehr kleinen Kindern ermöglichen.

- * einfache Lagerung
- * schonende Applikation (piezoelektrisches System)
- * fehlende Röntgenbelastung

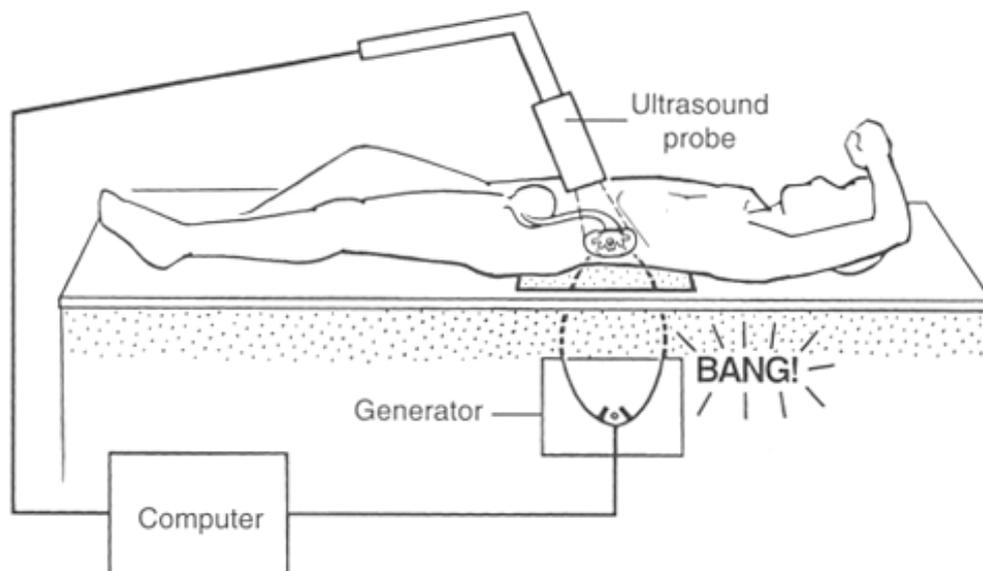


Abbildung 18: Schematische Darstellung des Prinzips der ESWL [5]

Allerdings kann wegen der mangelnden Kooperationsfähigkeit, insbesondere der jüngeren Kinder und um die unangenehme bis schmerzhafteste Behandlung erträglich zu machen, auf eine Allgemeinnarkose im Kindesalter nicht verzichtet werden. Bei älteren Kindern (>12 Jahre) ist eine Analgosedierung möglicherweise ausreichend.

Außerdem werden bis zu einer vollständigen Desintegration oft Mehrfachbehandlungen notwendig, welche bei Kindern frühestens nach 3-4 Tagen empfohlen werden [13, 12].

Da es sich beim Harnsteinleiden jedoch um eine oft chronische und rezidivgefährdete Erkrankung handelt und die Steinentfernung lediglich eine symptomatische Therapie ist, stellt die ESWL ein wenig invasives und gut wiederholbares Verfahren dar, dem grundsätzlich der Vorzug gegeben werden sollte.



Abbildungen 19 und 20:
Geräteanordnung und Position der Patienten bei der ESWL im Säuglings- und Kleinkindalter [58]

Mögliche Komplikationen der ESWL im Kindesalter beschränken sich, bei nahezu allen Autoren übereinstimmend auf eine während oder nach der Behandlung einsetzende Makrohämaturie sowie subkutane Hämatome im Eintrittsbereich der Stoßwelle (20%) [8]. Diese bilden sich in den allermeisten Fällen spontan zurück. Klinisch relevante Blutungen mit Ausbildung subkapsulärer oder perirenalärer Hämatome werden sehr selten beobachtet (0,3-0,9%) [97].

Fieberhafte, durch Harnstau begünstigte Pyelonephritiden beschränken sich auf Einzelfälle und konnten durch antibiotische Behandlung und entsprechende Desobstruktion schnell therapiert werden [13, 8].

Tierexperimentelle Versuchsreihen und klinische Untersuchungen mittels Sonographie, Nierenfunktionsszintigraphie, Computertomographie und Magnetresonanztomographie ergaben bisher keine Langzeitschäden nach ESWL im Kindesalter. Insbesondere scheint das Wachstum der kindlichen Niere nicht beeinträchtigt zu sein. Nierenparenchymnarben waren bisher nicht nachweisbar [56, 93, 91, 92, 55, 50, 83, 80, 84, 27, 25].

2.5.3.1. Auxilläre Techniken

Bei Kindern mit größeren und/oder bilateralen Harnsteinen muß entschieden werden, ob zur Gewährleistung eines sicheren Harnabflusses vor Behandlungsbeginn auxilläre Maßnahmen erforderlich sind.

Dazu gehören das Einlegen einer Harnleiterschienung (Doppel-pigtail-Katheter) oder das Anlegen einer cutanen Nephrostomie. So kann einer Harnleiterobstruktion durch desintegriertes Konkrementmaterial vorgebeugt werden.

Bei Erwachsenen konnte so die Komplikationsrate und Morbidität der ESWL deutlich gesenkt werden [18]. An Hand verschiedener Publikationen zeigt sich jedoch, dass auch größere Steinmassen im Kindesalter ohne Komplikationen abzugehen scheinen. Einige Autoren sind sogar der Auffassung, dass ganz auf auxilläre Maßnahmen verzichtet werden kann. [90, 10, 14, 8].

Allerdings sind sowohl gerätetechnische Erfordernisse als auch das Beherrschen eventuell notwendig werdender Operationsverfahren bei der Planung einer ESWL Voraussetzung, um im Notfall sämtliche auxillären Maßnahmen ohne Verzögerung durchführen zu können.

2.5.4. Litholyse

Die Auflösung von Harnsteinen durch Instillation litholytischer Substanzen über eine Nephrostomie wird heute im Kindesalter nicht mehr durchgeführt.

Die perorale Verabfolgung geeigneter Medikamente beschränkt sich im Wesentlichen auf die Behandlung von Harnsäuresteinen.

Die Einregulierung des Urins mit Kaliumzitat in einem schwach sauren Bereich

(Urin-pH >6,5) führt zur Auflösung von Harnsäurekristallen und verhindert gleichzeitig die Ausfällungen von Phosphat.

Bei Überproduktion von Harnsäure und Dihydroxyadenin werden die Gabe von Allopurinol und eine purinarme Kost empfohlen [24, 15, 48].

Bei der Zystinurie wird durch Alkalisierung mit hohen Dosen von Kaliumzitat der Urin-pH über 7,4 angehoben, um die Ausfällung von Zystinkristallen zu verhindern. Eine medikamentöse Steinauflösung wird wegen der erheblichen Nebenwirkungen der Präparate nicht empfohlen [48].

2.5.5. Pro-und Metaphylaxe

Bei der im Kindesalter relativ hohen Harnsteinrezidivrate von 5-40%, kommt der Verhinderung einer rezidivierenden Steinbildung eine große Bedeutung zu. Unter Steinprophylaxe sind alle Maßnahmen zu verstehen, welche notwendig sind, um die im Urin gelösten Substanzen auch in Lösung zu halten.

Eine starke Verdünnung des Urins durch eine konstante und reichliche Flüssigkeitszufuhr (>2l/1,73m²/Tag) stellt hierfür die einfachste und billigste Maßnahme bei Harnsteinen jeglicher Ursache dar [48]. Das spezifische Gewicht sollte stets unter 1015 liegen [24].

Bei Infektsteinen muss bereits während aber vor allem auch nach Steinsanierung eine ausreichende, gezielte Antibiose erfolgen. Sollte ein vesikoureteraler Reflux vorliegen, ist eine entsprechende längerdauernde Reinfektionsprophylaxe angezeigt.

Eine Beschränkung der Kalziumzufuhr ist entgegen früheren Empfehlungen nicht sinnvoll sondern sogar falsch. Richtig ist es, für eine ausreichende Kalziumzufuhr z.B. in Form von Milchprodukten zu sorgen und oxalhaltige Speisen zu meiden. Außerdem wird ein geringer Fleischkonsum und reichlich alkalihaltige Kost aus Obst und Gemüse empfohlen [30].

In einer prospektiven Studie mit erwachsenen Patienten wurde der metaphylaktische Effekt einer täglichen Kalium-Magnesium-Zitrat- Einnahme bei rezidivierender Kalziumoxalat-Nephrolithiasis untersucht. Im Ergebnis konnte das Rezidivrisiko um 85% gesenkt werden. Die orale Einnahme ist jedoch in 9-17% (hier 16,1%) mit gastrointestinalen Nebenwirkungen verbunden, weshalb eine Anwendung bei Kindern sicherlich nicht möglich ist.

Allerdings zeigt die Studie, dass eine konsequente medikamentöse Metaphylaxe von hohem Wert ist [23].

3. Eigenes Patientengut

3.1 Zusammensetzung des Krankengutes

In den Kliniken für Kinderchirurgie sowie für Kinder- und Jugendmedizin des St. Barbara-Krankenhauses in Halle (S.) wurden in der Zeit von 1980-1999 67 Kinder mit insgesamt 84 Harnsteinen behandelt. 41 (62%) davon waren Knaben, 26 (38%) Mädchen.

Dies entspricht einem Verhältnis Knaben : Mädchen = 1,57 : 1.

4 Kinder (6%) erkrankten beidseitig, es traten 13 (19,4%) Rezidive auf.

Das jüngste Kind war 4 Monate, das älteste 15 Jahre alt.

Das Durchschnittsalter der Kinder betrug 5,3 Jahre, wobei die Knaben mit durchschnittlich 4,8 Jahren unter dem Durchschnitt lagen. Die Mädchen waren durchschnittlich 5,7 Jahre alt.

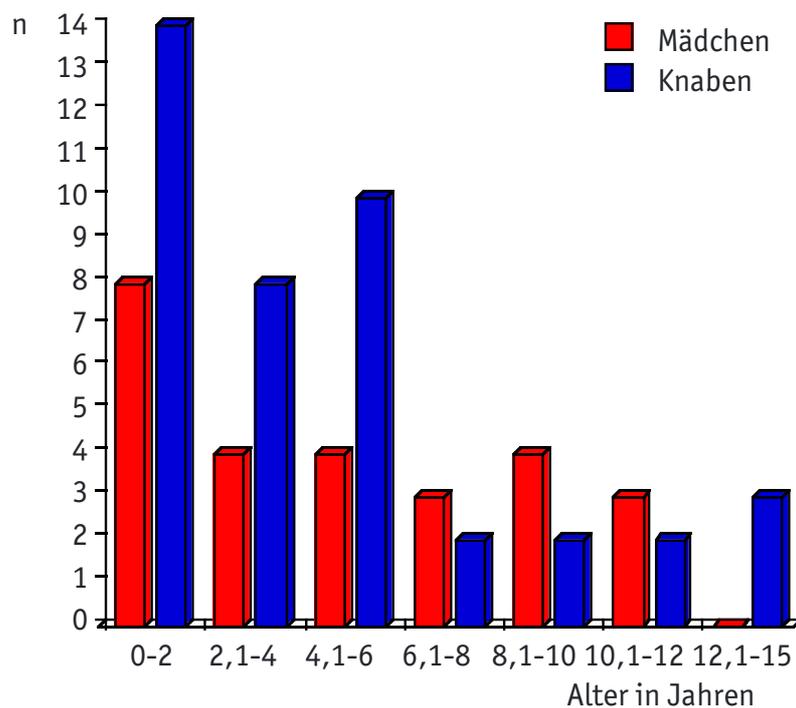


Abbildung 21: Altersverteilung des Patientengutes in Abhängigkeit vom Geschlecht

3.2 Symptomatik

Die häufigsten Symptome mit denen die Kinder sich in unserer Ambulanz vorstellten bzw. aus auswärtigen Einrichtungen zugewiesen wurden waren fieberhafte Harnwegsinfektionen bzw. Pyelonephritiden, rezidivierende kolikartige Bauchschmerzen und Makrohämaturien.

Weniger häufig beobachteten wir Dys- oder Pollakisurien sowie Erbrechen.

19 Kinder hatten keine Symptome. Die Diagnose Harnstein wurde hier zufällig bei sonographischen bzw. röntgenologischen Untersuchungen sowie auf Grund auffälliger Laborparameter gestellt.

Bei 4 Kindern wurden Spontanabgänge ohne vorherige Diagnostik registriert.

Die überwiegende Zahl der Kinder wiesen mehrere Symptome gleichzeitig auf.

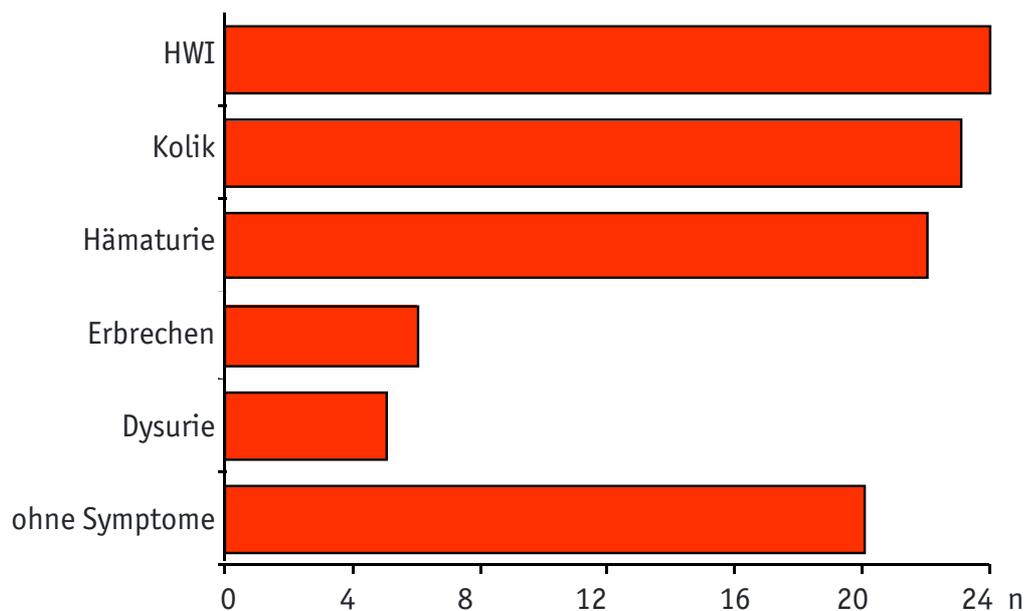


Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der Symptome im Patientengut

3.3 Diagnostik

Dank der im St. Barbara-Krankenhaus bereits seit 1977 möglichen Ultraschalluntersuchung konnten alle Kinder sonographiert werden. Außerdem wurde bei allen Kindern eine Abdomenübersichtsaufnahme bzw. ein Ausscheidungsurogramm angefertigt.

77 Steine wurden sonographisch diagnostiziert, wobei sich 7 davon röntgenologisch nicht darstellten. In 4 Fällen kam es zu spontanen Steinabgängen ohne vorherige Diagnostik. Sonographisch nicht darstellbar blieben 3 Uretersteine, diese konnten röntgenologisch gesichert werden.

Bei den manchmal schwierigen sonographischen Untersuchungen waren sekundäre Zeichen einer Harnwegsobstruktion oft hilfreich und richtungsweisend.

In 30 Fällen war die Harnsteinerkrankung mit einer Harntransportstörung der betroffenen Niere bzw. einer Dilatation des prästenotischen Ureteranteils verbunden.

Im Ausscheidungsurogramm wurde ein Mal eine stumme Niere bei Nierenbeckenausgussstein diagnostiziert. Szintigraphisch wies ebenfalls eine Niere mit multiplen Rezidivkonkrementen nach vorangegangener Nephrolithiasis und Pyelotomie eine deutlich eingeschränkte Tubulosekretion und Exkretion auf.

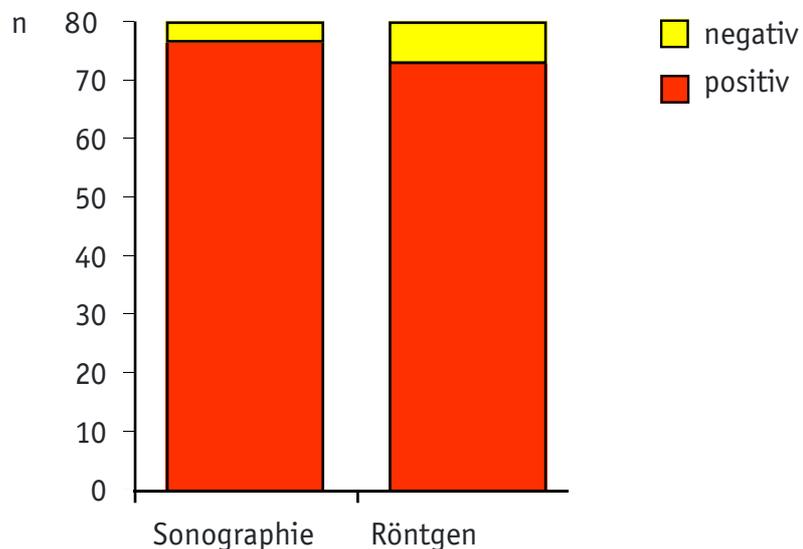


Abbildung 23: Diagnostische Treffsicherheit - Sonographie versus Röntgen

3.3.1 Steinlokalisierung

50 (62,5%) der insgesamt 80 diagnostisch lokalisierbaren Harnsteine fanden sich im Pylon (75 %) bzw. in den Kelchen (25 %). Darunter waren 11 Nierenbeckenausgusssteine. Im mittleren Ureter wurden 3 (3,75%), im distalen (prävesikalen) Ureteranteil 16 (20%) Steine registriert. Außerdem zählten wir 11 (13,75 %) Blasensteine.

3.3.2 Steinanalysen

Von den insgesamt 84 diagnostizierten Harnsteinen konnten 48 isoliert und analysiert werden. 18 Steine (38%) waren monomineralisch. Es handelte sich um jeweils 3 Weddellit-, Brushit-, Struvit-, Zystin- und Harnsäuresteine sowie 2 Apatitsteine und 1 Whewellitstein. Die 30 analysierten Mischsteine setzten sich zum überwiegenden Teil aus Kalziumoxalat und Magnesiumphosphat (Weddellit, Whewellit und Apatit) zusammen. Dies ergaben die Analysen von 21 Steinen (70%). Ein Gemisch aus Kalziumphosphat und Magnesiumphosphat (Brushit, Struvit und Apatit) fand sich bei 5 Harnsteinen (17%). 4 Steine (13%) setzten sich aus Ammoniumhydrogenurat, Struvit und Apatit zusammen.

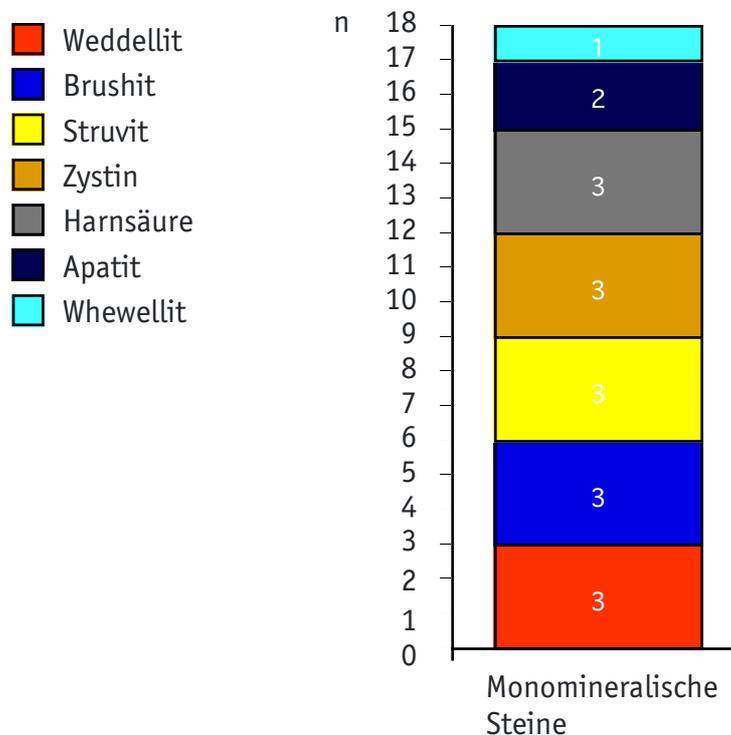


Abbildung 24: Steinanalysen des Patientengutes, Monomineralische Steine

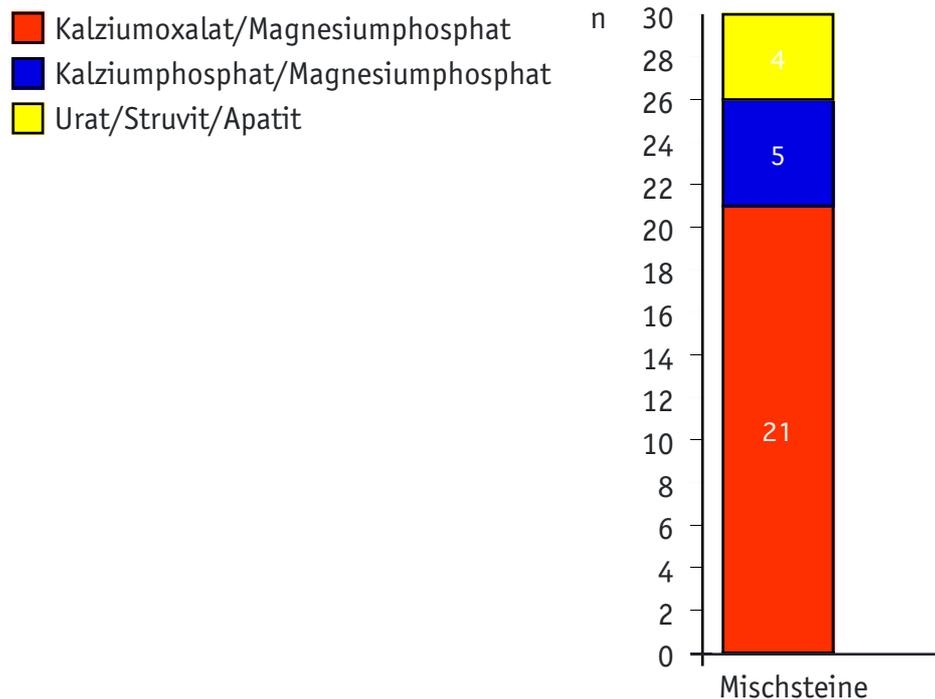


Abbildung 25: Steinanalysen des Patientengutes, Mischsteine

3.3.3 Begleiterkrankungen, Harnwegsanomalien und Stoffwechselstörungen

Im Verlauf der Untersuchungen konnten zahlreiche Begleiterkrankungen sowie Harnwegsanomalien diagnostiziert werden, welche ursächlich für das Harnsteinleiden anzusehen waren. Am häufigsten waren dabei Fehlbildungen der ableitenden Harnwege.

Insgesamt 16 Kinder (24 %) wiesen eine solche Anomalie auf. Es handelte sich insbesondere um Ureterabgangstenosen und Ureterostiumstenosen sowie Ostiuminsuffizienzen mit vesikoureteralem Reflux bzw. Doppelnieren mit vesikoureteralem Reflux in die untere Anlage. Bei einem Knaben diagnostizierten wir eine Hufeisenniere. Ein Knabe wies eine komplexe Fehlbildung mit Ureterostiumstenose rechts, vesikoureteralem Reflux links und Urethralstenose auf. 6 Kinder (9 %) erkrankten postoperativ. 4 Kinder nach Nierenbeckenplastik (Anderson/Hynes) und Ureterocystoneostomie (Politano), ein Mädchen bildete insgesamt 3 Fadensteine (2 Rezidive) nach Ureterocystoneostomie.

Ein Knabe entwickelte nach Herniotomie und iatrogenen Blasenverletzung mit Übernähung ebenfalls einen Blasenstein. 3 Kinder (4,5 %) wiesen nach Immobilisation eine Urolithiasis auf. Ein Mal war ursächlich ein stumpfes Bauchtrauma vorausgegangen, 2 Mal traten Harnsteine nach Appendektomie auf. Ein Mädchen (1,5 %) mit lumbosacraler Myelomeningocele, Diplegie beider Beine und neurogener Blase sowie Hydrocephalus internus durch Aquäduktverschluss mit

ventrikulo-peritonealer Ableitung, Arnold-Chiari-Malformation Typ II und Balkenaplasie entwickelte bei persistierendem vesikoureteralem Reflux II° Uretersteine.

Wir diagnostizierten Harnsteine bei einem Knaben (1,5 %) mit Lowe-Syndrom sowie bei einem Knaben (1,5 %) mit Trisomie 21 und Kardiopathie.

Lediglich bei einem Knaben (1,5 %) mit Zystinsteinen konnte eine Stoffwechselstörung als Ursache für das Harnsteinleiden festgestellt werden.

Bei 15 Kindern (22,5 %) wurden rezidivierende Harnwegsinfektionen ursächlich für die Urolithiasis angesehen.

Unklar blieb die Ursache allerdings bei 23 Kindern (34 %).

3.4 Therapie

Bis 1987 wurden die Kinder mit Harnsteinen im St. Barbara-Krankenhaus ausschließlich operativ behandelt. Die erste extrakorporale Stoßwellenlithotripsie wurde 1987 im St. Hedwig-Krankenhaus Berlin durchgeführt. Ebenfalls seit 1987 bestand im Universitätsklinikum Charité in Berlin die Möglichkeit der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie, ab April 1989 mit ultraschallgestützter Konkrementortung (Lithostar Siemens) [29]. Ab 1992 stand auch in der Urologischen Klinik der Universität Halle ein Lithotriptor (Dornier) zur Verfügung, allerdings erst 1999 mit der Möglichkeit der ultraschallgezielten Konkrementortung.

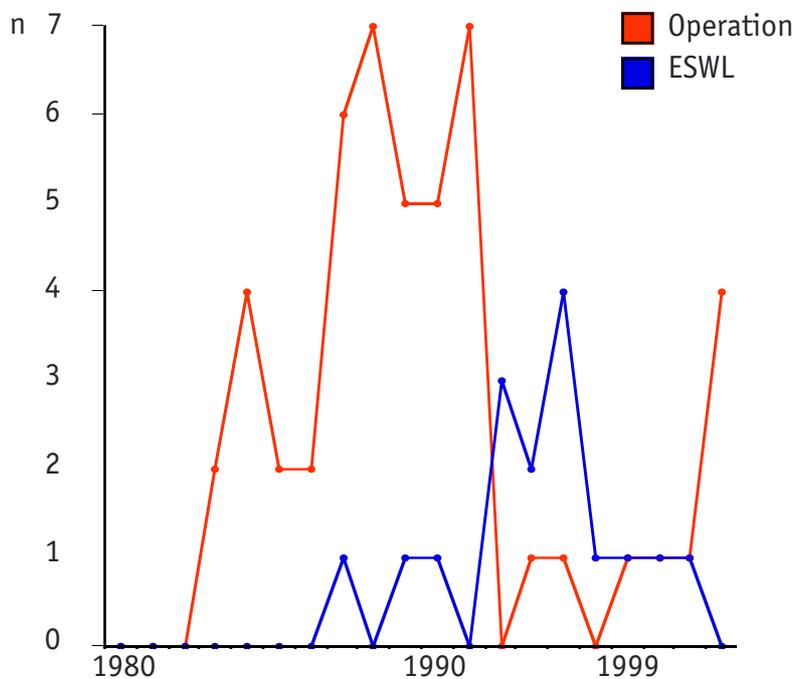


Abbildung 26: Behandlungsstrategien im Verlauf des Studienzeitraumes

Die operativen bzw. endoskopischen Eingriffe erfolgten ausnahmslos in Allgemeinanästhesie. Es wurden 19 Pyelo-bzw. Nephrotomien durchgeführt. Diese stellte angesichts der mit 62 % führenden Steinlokalisierung im Nierenbeckenkelchsystem die häufigste Operationsmethode dar. 7 mal erfolgte eine Sectio alta, 6 mal eine Ureterotomie. Ebenfalls bei 7 Kindern wurde nach Blaseneröffnung der prävesicale, steintragende Ureteranteil reseziert und eine Ureterocystoneostomie durchgeführt.

7 Harnsteine wurden cystoskopisch entfernt, davon 2 mittels Dormia-Schlinge. Bei 2 Kindern erfolgte die Ureteronephrektomie.

Es verblieben insgesamt 3 Restkonkremente.

Insgesamt 18 Steine (21,5 %) gingen spontan ab. 3 Kinder wurden medikamentös behandelt.

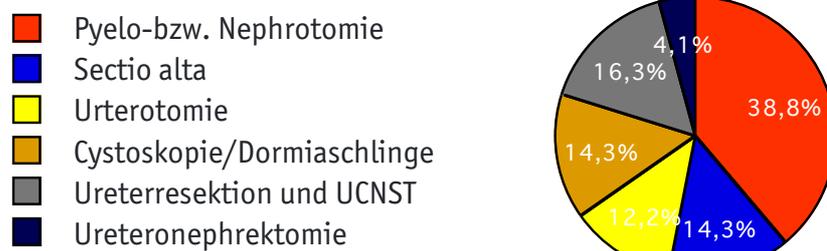


Abbildung 27: Anteil der unterschiedlichen operativen Eingriffe

Die Behandlung mittels extrakorporaler Stoßwellen erfolgte bei insgesamt 15 unserer Patienten, 5 Mädchen und 10 Knaben. Das älteste Kind war 15 Jahre, das jüngste 3. Das Durchschnittsalter bei Behandlungsbeginn lag bei 7 Jahren. 10 Mal handelte es sich um Kelchsteine außerdem wurden 4 Nierenbeckensteine (davon 2 Ausgußsteine) und 2 Uretersteine therapiert. Im Durchschnitt waren 3 Behandlungen nötig. Alle Behandlungen wurden auch hier in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Es verblieben ebenfalls 3 Restkonkremente.



Abbildung 28: Steinlokalisierung bei Therapie mittels ESWL

3.5 Nachuntersuchung

Von den 67 Kindern, welche wegen eines Harnsteinleidens am St. Barbara-Krankenhaus behandelt wurden konnten insgesamt 38 (57 %) in die Nachuntersuchung eingeschlossen werden. Alle Patienten befanden bzw. befinden sich immer noch in der Dispensairebetreuung der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin und der Klinik für Kinderchirurgie am Krankenhaus St. Elisabeth und St. Barbara. Ein Teil der Patienten ist inzwischen dem Kindes- bzw. Jugendalter und damit einer pädiatrischen Dispensairebetreuung deutlich entwachsen, ein weiterer Teil offenbar auch im Zuge der Wende unbekannt verzogen. Die Nachuntersuchung bzw. die Auswertung bereits vorliegender Untersuchungsergebnisse umfasst einen Zeitraum von 1-15 Jahren nach Steinleiden bzw. nach Therapie desselben und erfolgte im Durchschnitt nach 6,4 Jahren. Ausgewertet wurden die ambulanten Aufzeichnungen aus den Dispensairesprechstunden hinsichtlich des posttherapeutischen Verlaufs (Harnwegsinfektionen bzw. Pyelonephritiden, weitere operative urologische Eingriffe), die sonographischen Untersuchungen der Nieren sowie als Funktionsuntersuchung die seitengetrenten Nierensequenzszintigraphien, welche bedauerlicherweise jedoch von einigen Eltern abgelehnt wurden. So liegen von den 38 nachuntersuchten Patienten zu 100% sonographische aber nur in 63 % der Fälle (24 Patienten) szintigraphische Verlaufskontrollen vor. Die sonographische Untersuchung erfolgte mit dem Sonolayer SSA 270A der Firma Toshiba sowohl von lateral als auch dorsal und unter Anwendung eines Sektorschallkopfes. Die Nierensequenzszintigraphie mit $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ wurde in der Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Direktorin Prof. Dr. med. habil. T. Mende) durchgeführt.

4. Ergebnisse

Aus Übersichtsgründen wurden die Resultate der Nachuntersuchungen in drei Bewertungskategorien zusammengefasst.

- A normale Nierenentwicklung
- B eingeschränkte Nierenentwicklung, geschädigte Niere
- C deutlich eingeschränkte Nierenentwicklung, Schrumpfniere

In die Bewertung wurden dabei sowohl morphologische als auch funktionelle Kriterien eingeschlossen.

Für die Kategorie A ist kennzeichnend, dass:

Längs- und Querdurchmesser der Niere mit dem Alter des Patienten korrelieren.

der Parenchym-Pyelon-Index normal ist (2:1).

keine Harntransportstörung vorliegt und

die Niere szintigraphisch eine normale Funktion aufweist (40-60%).

In der Kategorie B ist

die Niere kleiner und

das Parenchym verschmälert, das heisst, der Parenchym-Pyelon-Index ist herabgesetzt.

Es kann eine Harntransportstörung vorliegen.

Die Niere weist szintigraphisch einen eingeschränkte Funktion auf (30-39%).

In die Kategorie C wurden Patienten mit

kleiner und schlecht abgrenzbarer Niere,

deutlich verschmälertem Parenchym (negativer Parenchym-Pyelon-Index), fakultativer Harntransportstörung sowie

einer szintigraphisch deutlich eingeschränkten Nierenfunktion (< 29%) eingeordnet.

Aufgrund der Komplexität und der ausgesprochenen Heterokausalität des Harnsteinleidens im Kindesalter, welche sich auch in unserem Patientengut widerspiegelt, wurde eine Einteilung in insgesamt sechs Patientengruppen als sinnvoll erachtet.

4.1. Gruppe I

Zunächst soll die Nierenentwicklung der Kinder mit Harnsteinleiden in Hinblick auf gleichzeitig assoziierte Anomalien der ableitenden Harnwege verglichen werden.

14 Kinder, entsprechend 37% der Patienten, wiesen assoziiert zu ihrem Harnsteinleiden eine Fehlbildung des harnableitenden Systems auf.

Sie wurden in die Gruppe I eingeordnet. 6 mal wurde bei den Kindern dieser Gruppe eine Ureterabgangsstenose (davon ein mal bei Doppelung der ableitenden Harnwege), 4 mal eine Ureterostiumstenose und ebenfalls 4 mal ein operationsbedürftiger vesiko-ureteraler Reflux diagnostiziert.



Abbildung 29 : Assoziierte Fehlbildungen im Patientengut

6 Kinder (43 %) erfüllten in den Nachuntersuchungen alle Kriterien der Kategorie A und einer normalen Nierenentwicklung.

Die Entwicklung der betroffenen Nieren von 5 Kindern (36%) konnte lediglich als eingeschränkt bewertet werden. Es erfolgte eine Einordnung in die Bewertungskategorie B.

Eine Schrumpfniere wiesen 3 Kinder (21%) auf. Sie wurden in die Kategorie C eingeordnet.

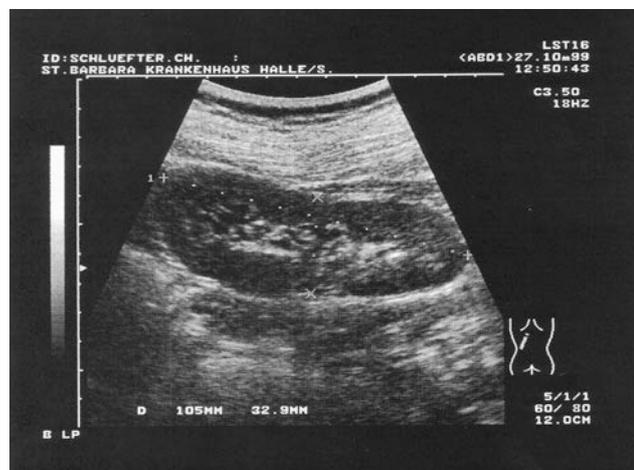


Abbildung 30: Sch. Ch. *07.06.83

vesiko-ureteraler Reflux III° li.,
 Ureterocystoneostomie li. (Gregoir),
 mehrfache ESWL-Versuche (UNI-Halle),
 Pyelo- und Nephrotomie li. mit Entfernung von
 Kelch- und Nierenbeckensteinen,
 im Alter von 15 Jahren Rezidivstein li.,
 normale Nierenentwicklung, Kategorie A, Gruppe I

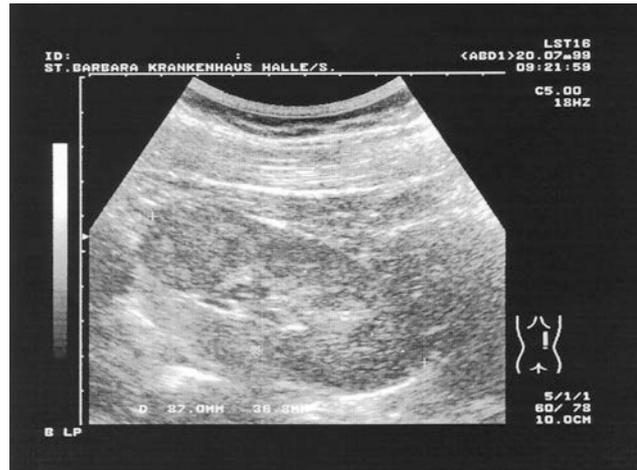


Abbildung 31: S. M. *17.10.80, weiblich, re. Niere
 Doppelniere re., Hydronephrose der cranialen stummen Anlage mit Megaureter und Ureterocele sowie vesiko-ureteraler Reflux IV° in die caudale Anlage; Heminephrektomie der cranialen Anlage, mehrfach rezidivierende Pyelonephritis, Ureterocystoneostomie re. (Politano) Ureterstein re., operative Steinextraktion mit Resektion des distalen Ureters und erneuter Ureterocystoneostomie (modifiziert nach Politano) geschädigte Niere, Kategorie B, Gruppe I

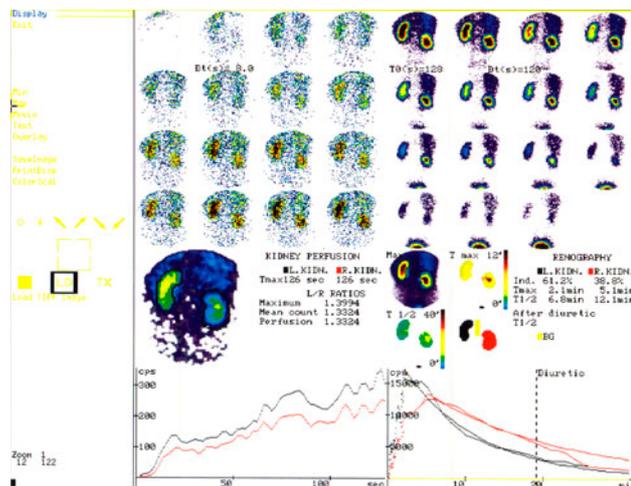


Abbildung 32: S. M. *17.10.80, Nieresequenzsintigraphie, Funktionsanteil re. 39% (Klinik für Nuklearmedizin Universität Halle-Wittenberg)

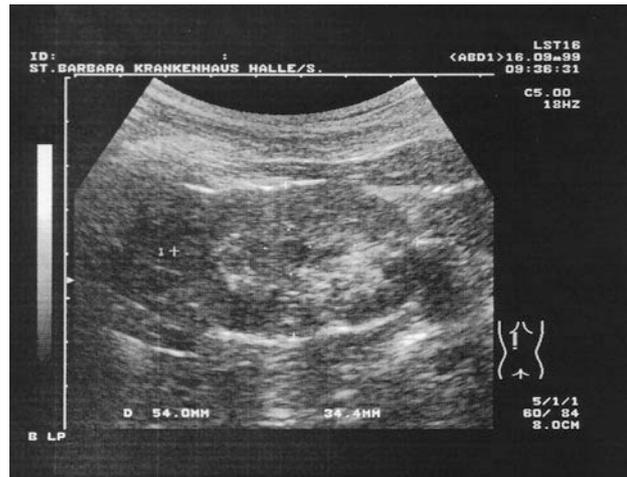


Abbildung 33: G. N. *03.04.88
 Ureterostiumstenose re., Urethralstenose,
 vesiko-ureteraler Reflux IV° li.,
 Resektion der Ureterostiumstenose und
 Ureterocystoneostomie li. (Politano),
 Bougierung der Urethralstenose
 Harnsteine, Spontanabgang
 Schrumpfnieren li., Kategorie C, Gruppe I
 szintigraphisch Funktionsanteil li. 27%

4.2 Gruppe II

In die Gruppe II wurden die Patienten ohne assoziierte Fehlbildung aufgenommen. Dies waren insgesamt 24 Kinder, entsprechend 63% des Patientengutes. Der weit überwiegende Teil von ihnen, nämlich 92% zeigten in den Nachuntersuchungen eine normale Nierenentwicklung, entsprechend den Kriterien der Kategorie A. Jeweils ein Kind dieser Gruppe konnte lediglich in die Kategorie B bzw. C eingeordnet werden.



Abbildung 34: H. M. *10.03.87
 Nierenbeckenstein re.;
 ESWL (Charité Berlin) mit vollständiger Konkrementdesintegration
 normale Nierenentwicklung, Kategorie A, Gruppe II

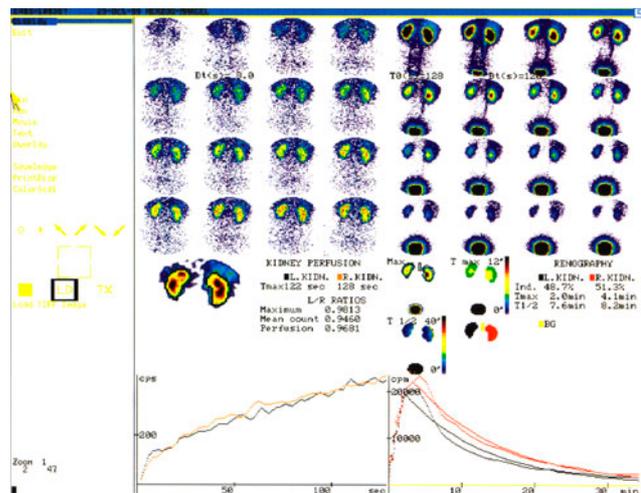


Abbildung 35: H. M. *10.03.87, Nierensequenzszintigraphie, Funktionsanteil re. 51%
 (Klinik für Nuklearmedizin Universität Halle-Wittenberg)



Abbildung 36: L. S. *05.04.95
rezidivierende Pyelonephritis,
Nierenbeckenstein li., Spontanabgang,
geschädigte Niere, Kategorie B, Gruppe II

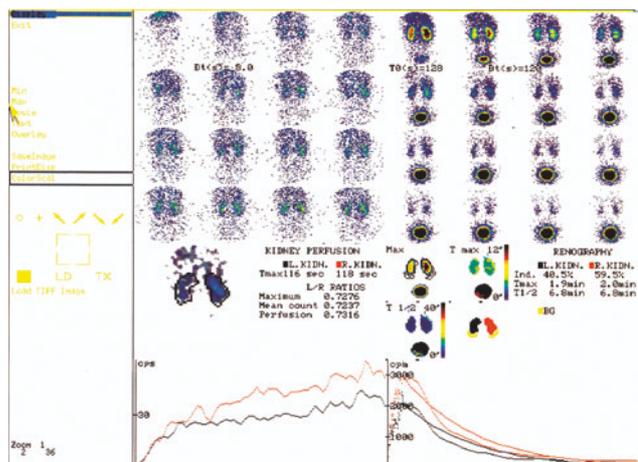


Abbildung 37: L. S. *05.04.95, Nierensequenzszintigraphie, Funktionsanteil 39 %
(Klinik für Nuklearmedizin Universität Halle-Wittenberg)



Abbildung 38: Sch. P. *17.08.89

Nierenbecken-Ausgußsteine bds., Ureterstein li.
 zweizeitige Pyelotomie bds., Ureterotomie li. und Steinextraktion
 rezidivierende Nephrolithiasis bds. mit mehrfach
 rezidivierender Pyelonephritis
 ESWL mit erfolgreicher Desintegration li.
 persistierende Urolithiasis re.
 Schrumpfniere re., Kategorie C, Gruppe II

4.3 Nierenentwicklung und assoziierte Fehlbildung

Vergleicht man nun die Gruppen I und II miteinander, wird deutlich, dass eine mit dem Harnsteinleiden assoziierte Fehlbildung der ableitenden Harnwege langfristig eher zu einer Beeinträchtigung der Nierenentwicklung führt als ohne diese.

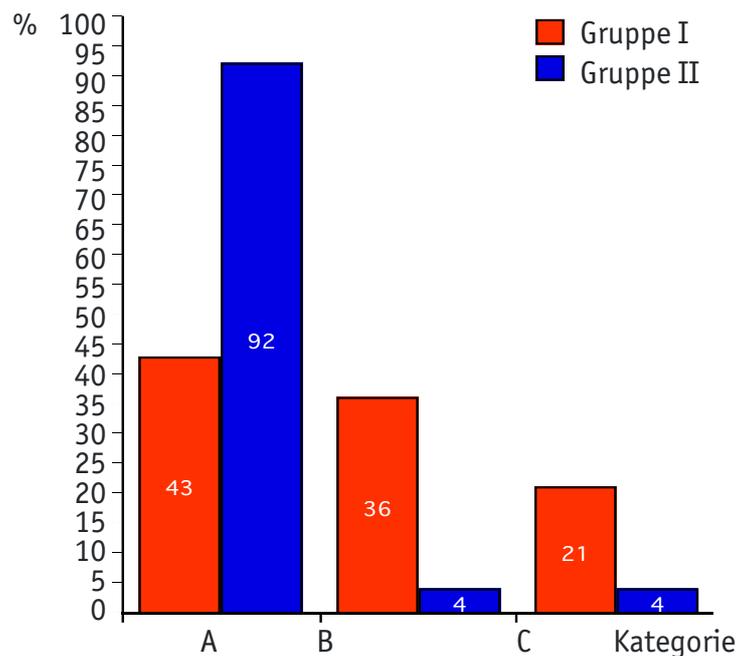


Abbildung 39:
 Nierenentwicklung bei Harnsteinleiden mit und ohne assoziierter Fehlbildung

4.4 Gruppe III

Im Folgenden wurden die Patienten in Hinblick auf die jeweilige Behandlungsmethode, also operativ oder mittels extrakorporaler Stoßwellenlithotrypsie miteinander verglichen. Auch hier wurden 2 Gruppen gegenübergestellt.

Der Gruppe III gehören 10 Kinder an, welche wegen ihres Harnsteinleidens mittels extrakorporaler Stoßwellenlithotrypsie behandelt wurden. 4 von ihnen waren an der betroffenen Niere wegen einer Fehlbildung des harnableitenden Systems bereits voroperiert. Alle Kinder dieser Gruppe wiesen entsprechend der Bewertungskriterien der Kategorie A eine normale Nierenentwicklung auf.

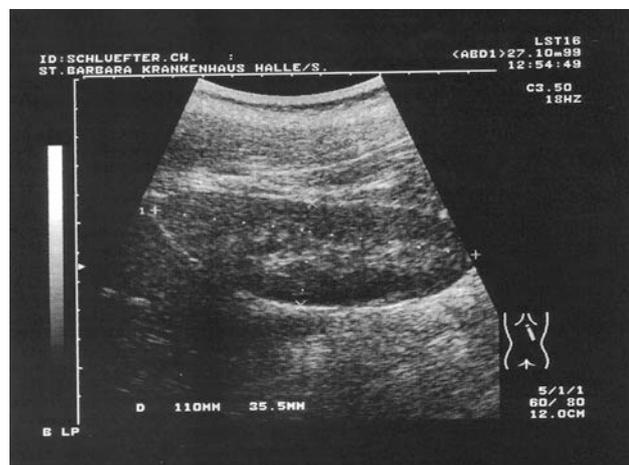


Abbildung 40: Sch. Ch. *07.06.83

Nephrolithiasis re., ESWL (Uni-Halle) mit vollständiger Konkrementdesintegration
normale Nierenentwicklung, Kategorie A, Gruppe III

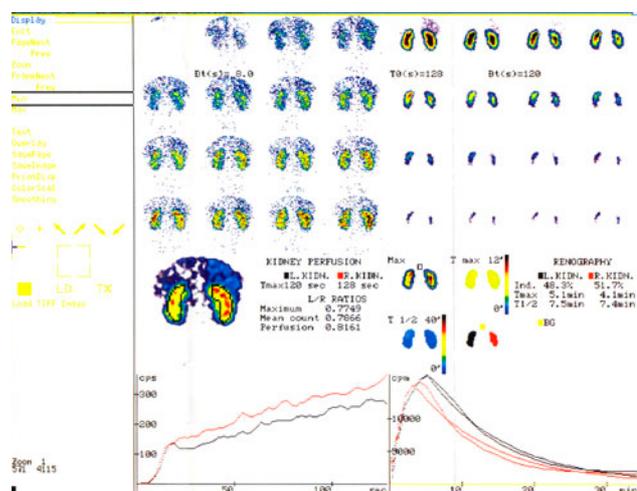


Abbildung 41: Sch. Ch. *07.06.83, Nierensequenzsintigraphie (Klinik für Nuklearmedizin Universität Halle-Wittenberg)

4.5. Gruppe IV

Die weitaus größere Zahl der Kinder aus dem Patientengut wurde operativ behandelt. 24 Kinder konnten in die Gruppe IV eingeordnet werden. Eine Pyelo- bzw. Nephrotomie mit Steinextraktion wurde bei 10 Kindern durchgeführt. Eine Ureterotomie, gegebenenfalls mit Resektion des steintragenden Ureteranteils bzw. Ureterocystoneostomie erfolgte bei 9 Kindern. Bei den restlichen 5 Kindern erfolgte die Steinentfernung cystoskopisch, mittels Dormiaschlinge bzw. über eine Sektio alta. Auch in dieser Gruppe waren einige Kinder wegen angeborener Fehlbildungen der Niere bereits voroperiert. Bei insgesamt 17 Kindern (71%) der Gruppe IV erfolgte entsprechend der Nachuntersuchung die Einordnung in die Kategorie A. 5 Kinder (21%) erfüllten lediglich die Kriterien der Kategorie B, 2 Kinder (8%) die der Kategorie C.

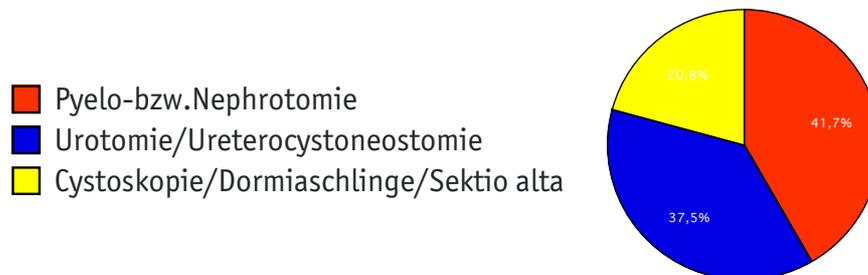


Abbildung 42: Anteil der einzelnen Operationsmethoden



Abbildung 43: R. N. *14.03.87

Nierenbeckenstein li., Pyelotomie und Steinextraktion, Rezidiv zunächst Nieren-, dann prävesikaler Ureterstein li., Ureterotomie, ureterresektion und Ureterocystoneostomie (Politano), normale Nierenentwicklung, Kategorie A, Gruppe IV

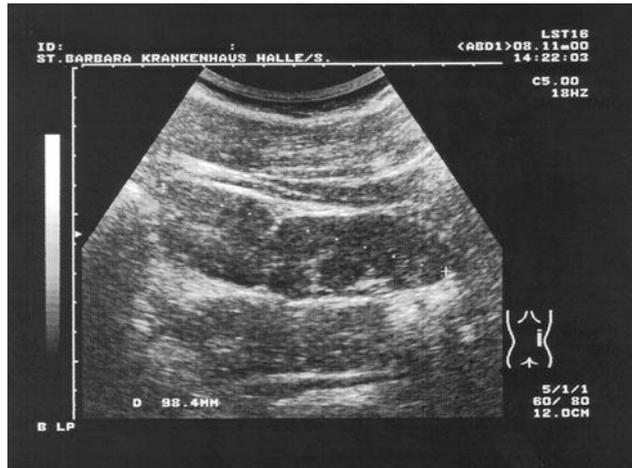


Abbildung 44: R. N. * 06.09.82

Ureterabgangs-und-Ostiumstenose li., vesiko-ureteraler Reflux II° re.
 Nierenbeckenplastik li. (Anderson/Hynes), Resektion der
 Ureterostiumstenose und Ureterocystoneostomie li. (Politano)
 Nephrolithiasis re. bei persistierendem VUR re. und rezidivierenden
 Pyelonephritiden
 Pyelotomie und Steinextraktion
 geschädigte Niere, Kategorie B, Gruppe IV

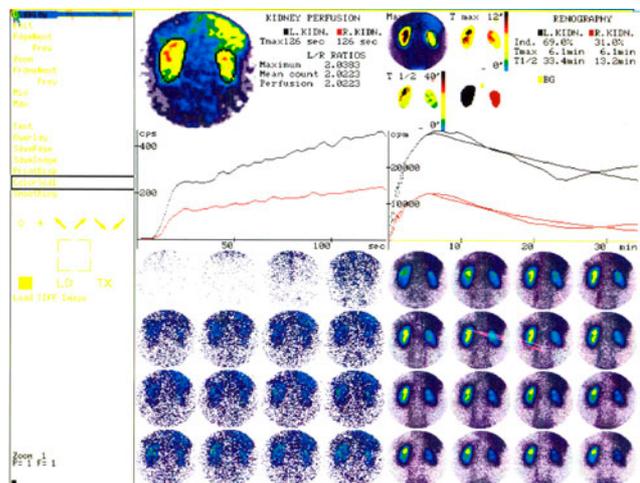


Abbildung 45: R. N. * 06.09.82, Nierensequenzszintigraphie, Funktionsanteil 31 % re.
 (Klinik für Nuklearmedizin Universität Halle-Wittenberg)



Abbildung 46: K. A. *26.10. 88, re. Niere



Abbildung 47: K. A. *26.10. 88, li. Niere

Ureterabgangsstenose re., Doppelnieren li. mit Ureter fissus und Hydronephrose der caudalen Anlage, Nierenbeckenplastik re. und Heminephrektomie der unteren Anlage li., Hydronephrose der verbliebenen Restnieren li. bei Nephrolithiasis Nierenbeckenplastik li. mit Steinextraktion Schrumpfnieren li., Kategorie C, Gruppe IV

4.6 Posttherapeutische Nierenentwicklung Operation versus ESWL

Die Gegenüberstellung der Gruppen III und IV, welche zum einen eine nichtinvasive Therapie mittels extracorporaler Stoßwellenlithitripsie, zum anderen unterschiedlichste operative Therapien erfuhren, zeigt nun, dass nach der operativen Steinbehandlung eine zum Teil schlechtere Nierenentwicklung resultiert.

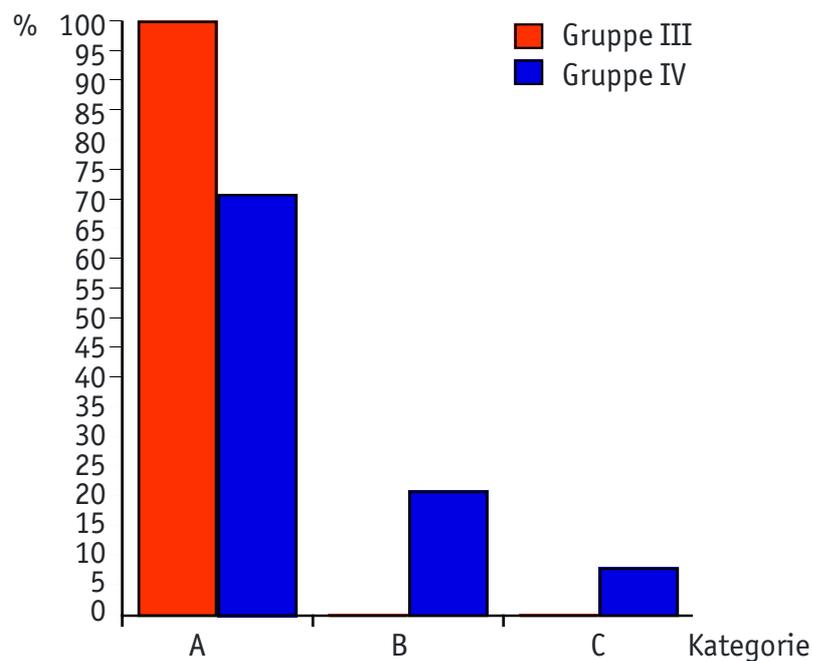


Abbildung 48: Nierenentwicklung nach operativer Therapie bzw. ESWL

4.7 Gruppe V und VI

Vergleicht man nun die nephro- bzw. pyelotomierten Kinder mit denen, welche mittels ESWL behandelt wurden, ohne dass in beiden Gruppen assoziierte Fehlbildungen der Niere vorlagen, lassen sich letztendlich ebenfalls 2 Gruppen bilden, die Gruppen V und VI.

In die Gruppe V konnten 7 Kinder eingeschlossen werden.

6 Kinder wurden der Gruppe VI zugeordnet.

In beiden Gruppen erfüllten alle Kinder die Kriterien der Kategorie A.

Tabelle 5: Seitengetrennte Nieresequenzszintigraphie und Sonographie bei Kindern nach Nephro-bzw. Pyelotomie - Gruppe V

Patient	Alter bei Therapie in Jahren	Alter bei Kontrolle in Jahren	Stein-lokalisation	Szinti-graphie	Sonographie Nieren
V. M. m.	5	12	NB li.	∅	bds. normale Entwicklung
B. T. m.	2 ⁷ / ₁₂	11	NB li.	∅	"
T. C. w.	3 ⁸ / ₁₂	8	NB re.	li. 46% re. 54%	"
R. N. w.	1 ² / ₁₂	12	NB li.	li. 42% re. 58%	"
B. A. w.	10 ¹⁰ / ₁₂	10	NB li.	∅	"
B. M. w.	1 ⁵ / ₁₂	15	NB li.	∅	"
M. Ch. m.	2 ⁴ / ₁₂	12	NB li. bei Einnierigkeit	∅	hypertrophe Einzelniere

Tabelle 6: Seitengetrennte Nieresequenzszintigraphie und Sonographie bei Kindern nach ESWL - Gruppe VI

Patient	Alter bei Therapie in Jahren	Alter bei Kontrolle in Jahren	Stein-lokalisation	Szinti-graphie	Sonographie Nieren
H. M. m.	3	12	NB re.	li. 49% re. 51%	bds. normale Entwicklung
Z. M. m.	8 ³ / ₁₂	17	KS li.	li. 45% re. 55%	"
F. T. m.	13	17	HL li.	li. 50% re. 50%	"
Sch. T. m.	6	11	KS li.	∅	"
Sch. R. w.	5 ⁴ / ₁₂	10	NB li.	li. 51% re. 49%	"
W. R. m.	5 ⁴ / ₁₂	10	NB li. bei Einnierigkeit	∅	hypertrophe Einzelniere

4.8 Nierenentwicklung des Patientengutes insgesamt

Insgesamt 11 Kinder erfüllten bei der Nachuntersuchung lediglich die Kriterien der Kategorien B (7 Kinder, 18%) oder C (4 Kinder, 11%).

Die übrigen Patienten (27 Kinder, 71%) wiesen sowohl hinsichtlich der sonographischen Kriterien als auch szintigraphisch eine normale Nierenentwicklung auf.

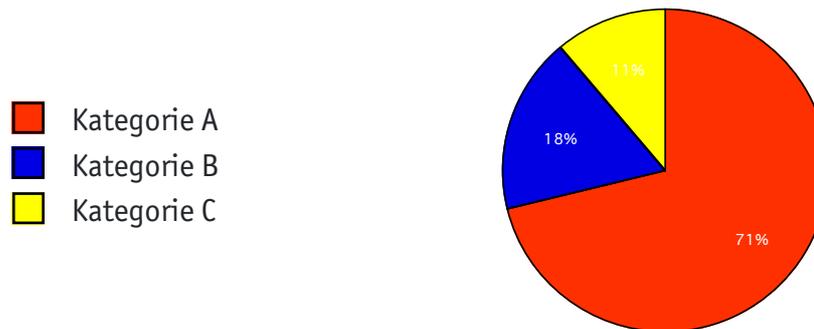


Abbildung 49: Nierenentwicklung des Patientengutes

Insbesondere die Kinder mit geschädigter bzw. stark geschädigter Niere nach Harnsteinleiden hatten, wie die entsprechenden Beispiele verdeutlichen oft zum Teil auch kombinierte Fehlbildungen der ableitenden Harnwege bzw. litten gehäuft unter rezidivierenden Pyelonephritiden.

Dazu kamen andere Erkrankungen wie ein frühkindlicher Hirnschaden bei zwei Kindern, ein Mädchen mit Myelomeningozele und ventrikulo-peritonealer Ableitung sowie ein weiteres Kind mit ventrikuloperitonealem Shunt bei Hydrozephalus. Ein Junge kam aus völlig dissozialen Verhältnissen.

Die Compliance der Patienten, mitunter auch der Eltern, war in diesen Fällen sowohl bei Diagnostik und Therapie als auch bei der Nachbetreuung oft schwierig.

5. Diskussion

5.1. Symptomatik des Harnsteinleidens im Kindesalter

Die Symptome bei Kindern mit Urolithiasis sind, häufig kombiniert, Harnwegsinfektionen, kolikartige Bauchschmerzen sowie eine Makrohämaturie, wobei im Säuglings- und Kleinkindalter die Infektion des harnableitenden Systems, im Vorschul- und Schulalter Koliken und Hämaturie führend sind.

In der Literatur finden sich hier nahezu übereinstimmende Ergebnisse [42, 8, 46, 58, 4, 7, 81, 5].

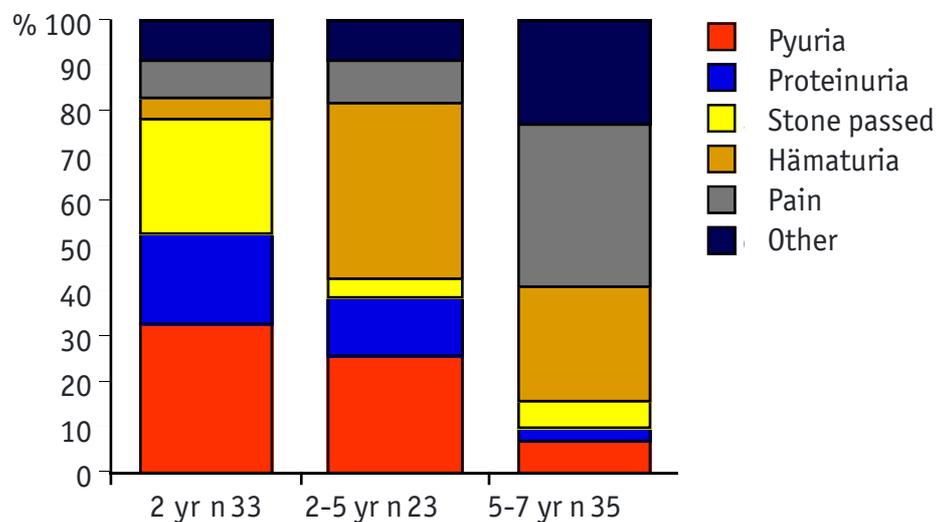


Abbildung 50:
Vorherrschende Symptome der Urolithiasis im Kindesalter nach dem Patientenalter [58]

5.2. Harnsteinleiden und assoziierte Fehlbildungen

Ein weiterer, entscheidender Vorteil der sonographischen Untersuchung ist die gleichzeitige, nahezu erschöpfende Diagnostik der häufig assoziierten Fehlbildungen des harnableitenden Systems.

Bei der Auswertung der vorliegenden Daten wiesen 31% der Kinder also ca. $\frac{1}{3}$ der Patienten eine Fehlbildung der ableitenden Harnwege auf.

Führend waren hier vor allem Ureterabgangsstenosen gefolgt von Ureterostiumstenosen und Kindern mit vesikoureteralem Reflux sowie, seltener Kombinationen dieser Fehlbildungen bei Doppelung des harnableitenden Systems und Urethralstenosen.

Das Harnsteinleiden wurde bei diesen Kindern entweder zeitgleich mit der Harnwegsanomalie, nicht selten jedoch auch nach operativer Korrektur der Fehlbildung diagnostiziert. Offenbar spielen hier persistierende bzw. rezidivierende Infektionen, auch postoperativ sowie Nahtmaterial, Immobilisation und auch postoperativ verbliebene von der Norm abweichende Strömungsverhältnisse eine Rolle.

In der Literatur wird der Anteil der assoziierten Fehlbildungen ebenfalls mit ca. $\frac{1}{3}$ des Patientengutes mit Harnsteinleiden angegeben [35].

Pelzer et al. gaben in einer Arbeit von 1994 27% , *Lim et al.* 1996 21% und *Schott et al.* 1992 41% an [72, 81, 53].

Unter Einbeziehung der eigenen Zahlen entsprechen diese Ergebnisse mit durchschnittlich 30% den Lehrbuchangaben.

Erweitert man das Spektrum assoziierter Fehlbildungen nun um die Kinder mit Myelomeningocele bzw. Syndromen (Lowe-Syndrom, Trisomie 21) und diese mit Urolithiasis nach anderen operativen Eingriffen und/oder Immobilisation, ergibt sich ein Prozentsatz von 41%.

Lim et al. berichten 1996 unter Berücksichtigung dieses erweiterten Spektrums über einen Anteil von 42% Kindern mit assoziierten Fehlbildungen bzw. Begleiterkrankungen.

5.3. Die Bedeutung der Sonographie in der Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Harnsteinleidens im Kindesalter

Das Harnsteinleiden ist eine seltene Erkrankung im Kindesalter mit sehr komplexer Pathogenese. In der Vergangenheit waren es ausschließlich klinische Symptome, wie Bauchschmerzen, Dysurie, Erbrechen, Fieber und die Makrohämaturie, welche auf das Vorliegen eines Harnsteinleidens hinwiesen.

Oft ging diesem eine Anamnese von Wochen bis Jahren voraus und zum Zeitpunkt der Diagnosestellung lag bereits eine mehr oder minder schwere Schädigung der betroffenen Niere vor.

Im Zuge der Entwicklung von immer besser bedienbaren, technisch brillanten Ultraschallgeräten, welche heute nahezu flächendeckend zur Anwendung kommen, war es seit Anfang der 80er Jahre zunehmend möglich schnell und unkompliziert Harnsteine, oft auch als Zufallsbefunde sonographisch zu diagnostizieren.

Ebenso war die pränatale Diagnostik der bei $\frac{1}{3}$ der pädiatrischen Patienten mit Harnsteinleiden gleichzeitig vorliegenden angeborenen Fehlbildungen der Nieren bzw. des harnableitenden Systems und deren frühzeitige Therapie möglich.

Aber auch postnatal ist die routinemäßige sonographische Untersuchung z.B. von Kindern mit rezidivierenden Harnwegsinfektionen richtungsweisend auf das Vorliegen einer Fehlbildung (Ureterabgangsstenosen, Ureterostiumstenosen, vesiko-ureteraler Reflux).

Dank der günstigen Konstellation der Fachrichtungen Gynäkologie und Geburtshilfe, Pädiatrie sowie der Kinderchirurgie am St. Barbara-Krankenhaus konnten hier die betroffenen Kinder und ihre Eltern umfassend und nahezu lückenlos betreut werden.

Die bis zum heutigen Tag fortgeführten Dispensairesprechstunden mit Kindernephrologischem bzw.-urologischem Schwerpunkt, machten es möglich, die Patienten mit nephro-bzw. urologischen Erkrankungen insbesondere auch postoperativ über einen langen Zeitraum zu kontrollieren und so Harnsteinleiden frühzeitig zu erkennen und zu behandeln.

Die sonographische Verlaufskontrolle ist hier wegen ihrer fehlenden Strahlenbelastung, der beliebigen Wiederholbarkeit und geringer Kosten die Methode der Wahl.

In der Klinik für Kinderchirurgie und der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des St. Barbara-Krankenhauses konnten Dank der frühzeitigen Einführung und des routinemäßigen Einsatzes der Ultraschalldiagnostik 96 % der Harnsteine in Niere, Ureter und Harnblase sonographisch dargestellt werden. Lediglich 3 Uretersteine wurden röntgenologisch gesichert.

Bei den parallel durgeführten röntgenologischen Untersuchungen (Abdomenübersichtsaufnahme und/oder Ausscheidungsurogramm) blieben 7 Steine unerkant. So ergibt sich eine diagnostische Erfolgsrate von 96 % bei der Sonographie versus 91 % bei der Röntgendiagnostik. *Diament et al.* kamen in einer Studie von 1986 gar auf ein Ergebniss von 84 % versus 54 % und gaben hier der primären Diagnostik durch Ultraschall den Vorzug [19].

Auch die Auswertung unserer Ergebnisse stellt die sonographische Primärdiagnostik mit einer Sensitivität von 96 %, nicht zuletzt wegen der fehlenden Strahlenbelastung an die erste Stelle bei der Diagnostik der Urolithiasis im Kindesalter.

5.4 Steinlokalisierung

Bei unseren Patienten waren die Harnsteine in allen Abschnitten des Harntraktes (Kelche, Pyelon, Ureter, Harnblase) lokalisiert. Etwa 2/3 (62 %) wurden in der Niere registriert,

1/4 (25 %) fanden sich im Ureter, Harnblasensteine diagnostizierten wir in 13 % der Fälle, also bei ca. 1/8 unserer Patienten.

Fasst man nun Niere und Harnleiter als oberen Harntrakt zusammen, entfallen auf diesen 87 % der Harnsteine des eigenen Patientengutes, welches somit etwas unter den in der Literatur angegebenen 95 % liegt.

Gschwend et al. fanden in einer Arbeit von 1995 eine etwas andere Verteilung der Steinlokalisierung, allerdings handelte es sich hier um ein selektiertes Patientenkollektiv einer Urologischen Klinik, welches ausschließlich mittels ESWL behandelt wurde [27].

Tabelle 7: Lokalisation der Konkremente

	Gschwend et al. (1995)	Eigenes Patientengut
Kelchgruppe	12 (43%)	13 (15%)
Nierenbecken	7 (25%)	28 (33%)
Partieller Ausgußstein	3 (11%)	11 (13%)
Proximaler Harnleiter	4 (14%)	3 (4%)
Distaler Harnleiter	2 (7%)	18 (22%)
Harnblase	0	11 (13%)
	28	84

5.5. Steinanalysen

Bei dem analysierten Steinmaterial unserer Patienten handelte es sich in 62 % also bei fast $\frac{2}{3}$ der Fälle um Mischsteine. Monomineralische Harnsteine konnten bei 38 % der Patienten isoliert werden. Das entspricht einem Anteil von etwas mehr als $\frac{1}{3}$, wie auch in der Literatur angegeben [2, 8].

Ebenfalls in der Arbeit von *Gschwend et al.* werden Steinanalysen durch Röntgendiffraktion von insgesamt 20 Patienten beschrieben, welche im Folgenden mit den Analysen aus unserem Patientengut verglichen werden sollen. Allerdings ist auch hier wieder die Selektion des Patientenkollektivs zu beachten, es gibt z.B. keine Angaben über Zystinsteine, da diese nicht mittels ESWL behandelbar sind.

Tabelle 8: Ergebnisse der Steinanalyse mittels Röntgendiffraktion

	Gschwend et al. (1995)	Eigenes Patientengut	
		MM*	MS*
Whewellit	5	1	
Wedellit	3	3	21
Carbonatapatit	6	2	
Struvit	5	3	
Bruchit	0	3	9
Harnsäure	1	3	
Zystin	0	3	

*MM=Monomineralisch, MS=Mischstein

Als Hauptbestandteil fanden sich Whewellit, Wedellit und Apatit in 70 % bei *Gschwend et al.* und in 57% im eigenen Patientengut. Insgesamt gibt es mehr oder weniger regionale Unterschiede in der Frequenz der einzelnen Harnsteinarten, wobei summarisch der Anteil kalziumhaltiger Konkremente mit 58-95 % deutlich überwiegt. Auch in der vorliegenden Arbeit waren diese Komponenten in den Harnsteinanalysen führend.

5.6. Therapieoptionen bei Harnsteinleiden im Kindesalter

Bevor die Behandlung von Harnsteinen mittels ESWL zur Anwendung in der Kinderurologie kam, wurden Kinder mit Urolithiasis, wenn eine konservative Therapie primär nicht möglich oder erfolglos war ausschließlich operativ behandelt. Von 1980-1986 waren dies in der vorliegenden Arbeit 10 Kinder. Erstmals wurde 1987 in der Charité Berlin bei einem Kind aus dem untersuchten Patientengut eine ESWL durchgeführt.

Im Zeitraum 1987-1999 wurden insgesamt 54 Patienten mit Urolithiasis behandelt; 39 (72 %) davon operativ, die übrigen 15 (28 %) mittels ESWL.

In einer Arbeit von 1994 beschreiben *Pelzer et al.* die zunehmende Bedeutung der ESWL. Im Studienzeitraum von 1982-1993 wurden dort 32 Patienten wegen Urolithiasis behandelt und die ESWL ab 1989 regelmäßig durchgeführt.

Im Zeitraum von 1989-1993 belief sich ihr Anteil hier auf 65 %.

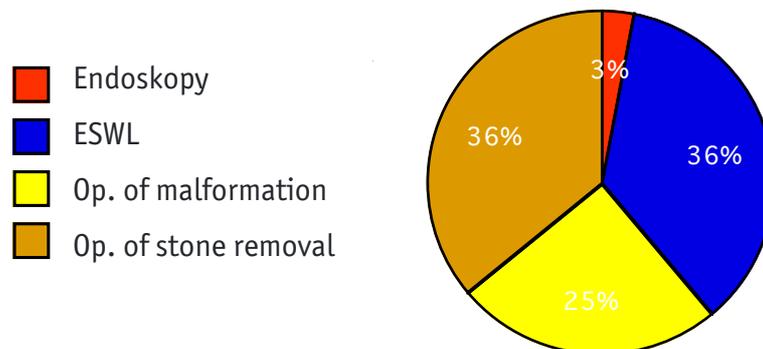


Abbildung 51: Therapeutisches Procedere (n=32), *Pelzer et al.* [72]

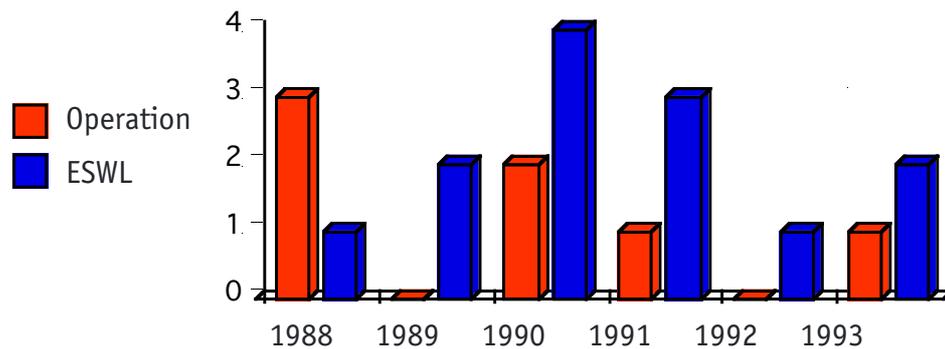


Abbildung 52:
Operative Steinentfernung versus ESWL 1988-1993 (n=20), *Pelzer et al.* [72]

In der Diskussion wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei Steinen als Folge einer Fehlbildung des harnableitenden Systems oder eines chirurgischen Eingriffs, die chirurgische Korrektur und Steinentfernung nach wie vor die Therapie der Wahl darstellt.

Außerdem wird auf das spezielle Problem distaler Uretersteine mit obstruktiver Komponente verwiesen, welche besser offen chirurgisch behandelt werden sollten.

5.7 Rezidivrate bei Harnsteinen im Kindesalter

Die Rezidivrate beim Harnsteinleiden im Kindesalter wird in der Literatur mit 5-40% angegeben. *Bichler et al.* berichten 1985 von 15-20%, *Schultz-Lampel et al.* 1994 von 23%. Im eigenen Patientengut lag die Rezidivrate bei 19%. In den meisten Fällen traten die Rezidive nach operativer Therapie auf (78%), bei einem Kind mit Zystinurie war dies allerdings der fehlenden elterlich Compliance bei der Steinmetaphylaxe zuzuschreiben.

Nach ESWL wurden bei 15% der Patienten Rezidive registriert, 1 Kind (8%) hatte ein Rezidiv eines Harnsäuresteins nach medikamentöser Therapie.

Unter Anbetracht des hohen Anteils operativer Behandlungen und bezogen auf die beiden Behandlungsmethoden Operation versus ESWL liegt die Rezidivrate allerdings bei 15-bzw. 13% und ist somit für beide Methoden nahezu identisch.

5.8 Ergebnisse der Nachuntersuchung

In der Nachuntersuchung wurden die Patienten unter Berücksichtigung assoziierter Fehlbildungen, bereits dem Harnsteinleiden vorausgegangener chirurgischer Eingriffe am harnableitenden System sowie der Behandlungsmethode (Operation oder ESWL) in 6 verschiedene Gruppen eingeteilt und miteinander verglichen.

Um eine vergleichbare Ebene zu schaffen, wurden die Ergebnisse sowohl der sonographischen, als auch der szintigraphischen Nachuntersuchungen in 3 Kategorien A, B und C unterteilt.

Deutlich wurde dabei, dass die Wahrscheinlichkeit einer Nierenparenchymschädigung mit Funktionseinschränkung der betroffenen Niere bei gleichzeitig vorliegender Fehlbildung des Harntraktes auf dieser Seite auch nach operativer Korrektur höher ist als ohne Malformation bzw. vorangegangener Operation.

Insbesondere rezidivierende bzw. persistierende Harnwegsinfektionen z.B. bei vesikoureteralem Reflux scheinen sich negativ auf die Nierenentwicklung auszuwirken. Aber auch die lange Persistenz eines Nierensteins und die dadurch unterhaltene Infektion führen offenbar langfristig zu einer irreversiblen Schädigung mit Funktionseinschränkung.

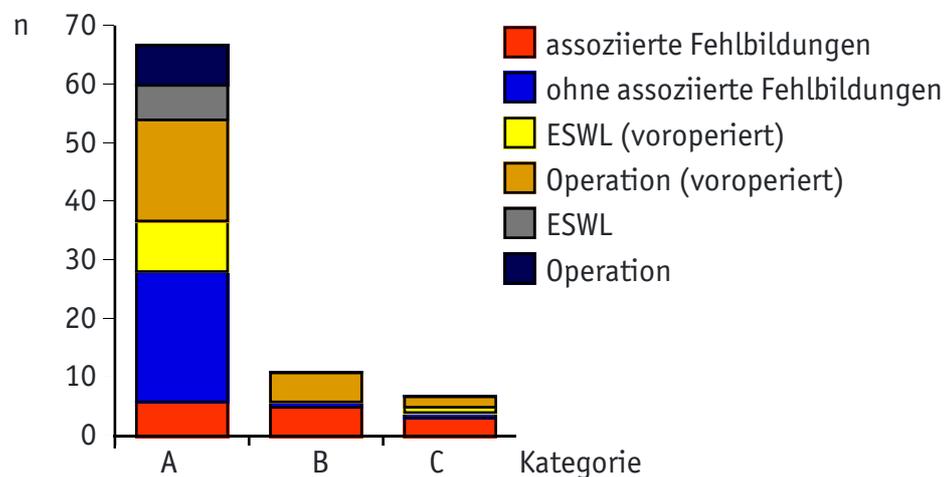


Abbildung 53:
Nierenentwicklung nach ESWL bzw. Operation ohne und mit assoziierter Fehlbildung bzw. Voroperation

In der Literatur liegen mehrere Arbeiten über die Nachuntersuchung von Kindern nach ESWL-Behandlung vor, welche nahezu übereinstimmend keine stoßwellenbedingten Spätkomplikationen oder Organschädigungen an der jeweils betroffenen Niere ergaben. Zugrunde gelegt wurden in den verschiedensten Kombinationen in jedem Fall die sonographische Untersuchung der Niere sowie das Serumkreatinin, die Kreatinin-Clearance, die $^{99m}\text{MAG 3}$ -, Tc-DTPA-, DMSA- oder J-Hippuran-Clearance.

Tabelle 9: Nierenfunktion nach ESWL-Therapie im Kindesalter.

Insgesamt sind Nierenfunktionsparameter nur in 9/47 Studien bzw. bei 260/1615 Kinder (16%) vor und nach ESWL verwertbar dokumentiert (M. Monate, J. Jahre) [84]

	Patient	Follow-up	Nierenfunktion
Adams et al. (1989)	44	36 M.	Sonographie: Nierenwachstum nicht beeinträchtigt
Zhou und Zeng (1991)	17		Sonographie und IVP: keine Nierendysfunktion
Frick et al. (1991)	34	>12 M.	Kreatinin altersentsprechend Radioisotopenclearance (n=17): 14/17 altersentsprechend
Corbally et al. (1991)	18		DTPA: in 15% Rückgang der glomerulären Filtrationsrate
Thomas et al. (1992)	12	24 M.	J-Hippuran-Clearance, renaler Plasmafluß altersentsprechend
Schultz-Lampel et al. (1994)	56	46 M.	Kreatinin, MAG 3, Sonographie altersentsprechend
Gschwend et al. (1995)	27	38 M	Kreatinin (n=21), endogene Kreatininclearance (n= 12) altersentsprechend
Sarica et al. (1995)	35	33 M.	Tc-DTPA bis 3 Monate leichte Funktionsreduktion danach Normalisierung
Sonographie: normales Nierenwachstum			
Lottmann et al. (1995)	17	3 M.-5 J.	Sonographie altersentsprechend, DMSA (n=7): 3/7 reduzierte Funktion
Eigenes Patientengut	10	4-12 J. (Ø 6,6 J.)	Sonographie: normale Nierenentwicklung, ^{99m} Tc-MAG 3(6/10)*: normale Nierenfunktion

*von 4 Kindern keine Nierensequenzsintigraphie vorliegend

Kulb et al. [43] behandelten mittels ESWL insgesamt 68 Patienten mit Einnierigkeit bei identischer epidemiologischer Information, Steinanzahl und -lokalisierung im Vergleich zu ebenfalls mit ESWL behandelten Patienten. Außer einem unwesentlichen, kurzzeitigen Anstieg des Serumkreatinins unmittelbar nach der Behandlung, wurde hier eine unbeeinträchtigte Nierenfunktion dokumentiert. Die Autoren favorisieren in ihrer Arbeit von 1986 daher die ESWL als Behandlungsmethode der Wahl auch bei einnierigen Patienten. Im eigenen Patientengut wurden insgesamt 2 Kinder mit Einzelniere und Harnsteinen jeweils einmal operativ und einmal mit ESWL behandelt. Beide Nieren haben sich in der Nachuntersuchung nach sonomorphologischen Kriterien normal entwickelt. Nachuntersuchungen zur Nierenentwicklung operativ behandelter Kinder mit Harnsteinleiden wurden in der Literatur leider nicht gefunden. Die Patienten aus dem eigenen Patientengut wiesen, soweit ohne assoziierte Fehlbildungen und Voroperationen, eine sowohl sonomorphologisch, als auch funktionsszintigraphisch normale Nierenentwicklung auf.

Wird die Diagnose Urolithiasis bei Kindern gestellt, sollte als nächster Schritt die Abklärung einer möglichen assoziierten Fehlbildung der betroffenen Niere erfolgen.

Liegt eine solche vor, ist die Therapie der Wahl die operative Korrektur derselben mit gleichzeitiger Steinextraktion. Eine langfristige Dispensairebetreuung dieser Kinder ist wegen drohender Steinrezidive, insbesondere bei rezidivierenden Harnwegsinfektionen bzw. pathologischen Harnabflußverhältnissen mit möglichen persistierenden und/oder rezidivierenden Stauungszuständen der Niere notwendig. Bei Steinrezidiv nach korrigierter Malformation sollte jedoch zunächst immer die Behandlung mittels ESWL als primäre therapeutische Option, möglicherweise in Kombination mit auxillären Techniken erwogen werden.

Bei der Entscheidungsfindung Operation oder ESWL sollten verschiedene Faktoren, wie das Alter des Kindes, die Steinlokalisierung aber auch die Entfernung des in Frage kommenden Behandlungsortes vom Wohnort der Familie bedacht werden. Bei eventuell notwendig werdenden Mehrfachbehandlungen ist die Compliance der Eltern sowohl für das Kind als auch für die behandelnden Ärzte außerordentlich wichtig.

Vor der, im Wesentlichen ja lediglich symptomatischen Behandlung, muß in jedem Fall eine dem Harnsteinleiden zu Grunde liegende Stoffwechselerkrankung ausgeschlossen werden. In einigen Fällen (Zystinurie, Harnsäurestein) gäbe es dann außerdem noch die Option der medikamentösen Therapie.

Bei Konkrementen ≤ 6 mm können, sofern ein ungehinderter Harnabfluß gewährleistet ist zunächst auch konservative Abtreibungsversuche mit reichlicher Flüssigkeitszufuhr und forcierter Mobilisierung des Kindes unternommen werden. Regelmäßige sonographische Kontrollen sind hier besonders wichtig, um im Verlauf des Steintransits akute Stauungszustände rechtzeitig zu erkennen und beheben. Asymptomatische Stauungszustände können bereits nach 4-6 Wochen zu einem irreversiblen Funktionsverlust des betroffenen Organs führen [44].

Asymptomatische Nierensteine, welche über einen längeren Zeitraum lediglich sonographisch kontrolliert aber nicht therapiert werden führen offenbar, trotz konstanter Größe langfristig zu einer Nierenschädigung. In diesem Fall ist die durch den Stein unterhaltene Entzündung ursächlich.

Eine konsequente Metaphylaxe (Reinfektionsprophylaxe) spielt bei der Behandlung des Harnsteinleidens im Kindesalter eine ebenso große Rolle, wie eine ausführliche Ernährungsberatung der Eltern und die ausreichende Flüssigkeitszufuhr insbesondere bei behinderten Kindern.

Die komplexe und oft multifaktorielle Ätiologie des Harnsteinleidens im Kindesalter erfordert eine ebenso komplexe und fachübergreifende Behandlungsstrategie unter enger Einbeziehung der Familie des betroffenen Kindes. Die zur Auswahl stehenden Behandlungsoptionen sollten in jedem Fall individuell, unter Beachtung aller einfließenden patientenbezogenen Faktoren zur Anwendung kommen.

Eine langfristige Nierenschädigung mit Funktionsminderung oder gar -verlust konnte in der vorliegenden Arbeit weder nach operativer Therapie noch nach ESWL nachgewiesen werden.

Eine Parenchymschädigung mit Nierenfunktionseinschränkung wird im Gegenteil offenbar nicht durch die therapeutischen Interventionen sondern durch längere, möglicherweise auch durch den Stein unterhaltene Stauungszustände der Niere sowie durch rezidivierende bzw. persistierende Infektionen derselben hervorgerufen.

6. Zusammenfassung

Es wird über 67 Kinder mit Harnsteinleiden aus dem St. Barbara-Krankenhaus in Halle über einen Zeitraum von 20 Jahren berichtet. Insgesamt waren Knaben 1,5 mal häufiger betroffen als Mädchen, wobei die Knaben vor allem im Säuglings- und Kleinkindalter, die Mädchen im Schulalter überwogen. Die vorherrschenden Symptome waren, oft kombiniert, Harnwegsinfektionen, Koliken und eine Makro-bzw.- Mikrohämaturie in unterschiedlicher Wichtung in den verschiedenen Altersgruppen. Im Rahmen der Diagnostik wurden zahlreiche Begleiterkrankungen gefunden. Am häufigsten waren dies Fehlbildungen des harnableitenden Systems (24%). Nahezu alle Steine konnten bereits seit 1977 sonographisch diagnostiziert werden (92%). Mit der Einführung der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie vollzog sich in den 80er Jahren ein Wandel im Behandlungskonzept auch der kindlichen Urolithiasis. So wurden bis 1987 alle Kinder mit Harnsteinen nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemöglichkeiten ausschließlich operativ behandelt. Vorherrschend war hier, entsprechend der häufigsten Steinlokalisation, die Nephro-bzw. Pyelotomie. Mit den Lithotriptoren der 2. und 3. Generation und der Möglichkeit der ultraschallgezielten Konkrementortung, konnten in den 90er Jahren zunehmend auch kleinere Kinder und Säuglinge mittels extrakorporaler Stoßwellenlithotripsie behandelt werden. Die Operation verlor jedoch nie an Bedeutung, da häufig assoziierte Fehlbildungen der ableitenden Harnwege gleichzeitig korrigiert wurden. Die Nachuntersuchungen konnten bei 38 der 67 Kinder im Durchschnitt $6\frac{4}{12}$ Jahre nach Behandlung durchgeführt werden. Aufgrund der Komplexität des Patientengutes und der Heterokausalität der Erkrankung wurde eine Einteilung in insgesamt 6 Gruppen vorgenommen und selbige miteinander verglichen. Die Resultate der Nachuntersuchung, welche sowohl die morphologische- als auch die funktionelle Nierenentwicklung einbezog, wurde außerdem in 3 Bewertungskategorien zusammengefasst. Im Ergebniss zeigte sich, dass Kinder mit assoziierten Fehlbildungen bzw. nach mitunter mehrfachen Korrekturoperationen im Bereich des harnableitenden Systems eine deutlich schlechtere Entwicklung der betroffenen Niere aufwiesen bzw. Schrumpfnieren resultierten. Ursächlich dafür sind vor allem die über einen längeren Zeitraum persistierenden pathologischen Abflussverhältnisse und die daraus resultierenden rezidivierenden Harnwegsinfektionen. Die Behandlungsmethode dagegen hat offenbar keinen Einfluss auf die weitere Nierenentwicklung. Sowohl in der primären Diagnostik als auch in der langfristigen Verlaufskontrolle des Harnsteinleidens haben sich die Sonographie und die Nierensequenzszintigraphie als in hohem Maße geeignete und kindgerechte Methoden erwiesen.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Al-Busaidy SS, Prem AR, Medhat M et al.: Pediatric ureteric calculi: efficacy of primary in situ extracorporeal shock wave lithotripsy. *Br J Urol* 82 (1998) 90-96
- [2] Alken P: Harnsteinerkrankung. In: Hohenfellner R, Thüroff JW, Schulte Wissermann H (Hrsg.): *Kinderurologie in Klinik und Praxis*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1986, S. 572-589
- [3] Asper R, Schmucki O: Cystinuria therapy by ascorbic acid. *Urol Int* 37 (1982) 91-109
- [4] Bach D, Brühl P, Hesse A: Infection-induced urinary calculi in children; current therapeutic schedule and prevention of recurrence. *Klin Pädiatr* 200(6) (1988) 429-433
- [5] Barrett TM: Urolithiasis and Nephrocalcinosis. In: Holliday MA, Barrett TM, Avner ED (Eds.): *Pediatric Nephrology*. Williams und Wilkins, Baltimore 1994, S. 1070-1080
- [6] Bedii Salman A: Urethral calculi in children. *J of Pediatr Surgery* Vol 31 No 10 (1996) 1379-1382
- [7] Bichler KH, Strohmaier WL, Korn S: Urolithiasis in childhood. *Monatsschr Kinderheilkd* 133(5) (1985) 256-266
- [8] Böhles H: Harnsteine im Kindesalter. Genese und Klinik. In: Siegel A (Hrsg.): *Kinderurologie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1993 S. 234-254
- [9] Bornhof C: Harnsteine im Kindesalter. Therapie der Nierensteine. In: Siegel A (Hrsg.): *Kinderurologie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1993, S. 254-261
- [10] Bosch F, Köhrmann KU, Awani E, Teufel M: Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie bei Nierenbeckensteinen im Säuglingsalter. *Päd Prax* 45 (1993) 301-306
- [11] Boughattas S, Hassine H, Chatti K et al.: Role of scintigraphic tests in upper urinary tract dilatation in children. *Ann Urol* 36(1) (2002) 8-21

- [12] Braun PM, Hoang-Böhm J, Martinez-Portillo JR et al.: Therapie der Urolithiasis im Kindesalter. Extrakorporale Stoßwellenbehandlung (ESWL) und Auxillärmaßnahmen. Monatschr Kinderheilkd 148 (2000) 1012-1016
- [13] Brinkmann OA, Kuwert-Bröking E, Bulla M, Hertle L: Harnsteine im Kindesalter. Therapie der Urolithiasis. Päd Prax 57 (1999/2000) 201-210
- [14] Bruckenberger E: Kosten-Nutzen-Analyse der nichtchirurgischen Harnsteintherapie. In: Ell C, Marberger M, Berlin P (Hrsg.): Extra- und Intrakorporale Lithotripsie bei Harn-, Gallen-, Pancreas- und Speichelsteinen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1990, S.144-149
- [15] Brühl P, Hesse A, Gu K-LR: Harnsteinerkrankungen im Kindesalter. Ätiologie, Diagnostik, Therapie und Metaphylaxe. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbh Stuttgart 1987
- [16] Carvajal-Busslinger MI, Gygi C, Ackermann D et al.: Urolithiasis in childhood. When to do what? Eur J Pediatr Surg 4 (1994) 199-200
- [17] Chaussy CG, Fuchs GJ: Current state and future developments of noninvasive treatment of human urinary stones with extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 141 (1989) 782-789
- [18] Cheah WK, King PA, Tan HL: A review of pediatric cases of urinary tract calculi. J Pediatr Surgery 29 (1994) 701-705
- [19] Diamant MJ, Malekzadeh M: Ultrasound and the diagnosis of renal and ureteral calculi. J Pediatr 109(6) (1986) 980-983
- [20] Dietrich RB: Genitourinary System. In: Cohen MD, Edwards MK (Eds.): Magnetic Resonance Imaging of children. B.C. Decker, Inc., Philadelphia, Toronto 1990, S.679-723
- [21] Dinkel E, Ertel M, Dittrich M, Peters H, Berres M, Schulte-Wissermann H: Kidney size in childhood: sonographical growth charts for kidney length and volume. Ped radiol 15(1) (1985) 38-43
- [22] Dzeranov NK, Pugachev AG, Lopatkin NA, Simonov VI, Kumar A: Telolithotripsy in the treatment of staghorn nephrolithiasis in children using the URAT-P lithotripter. Urol Nefrol Mosk 1-3 (1992) 28-32

- [23] Ettinger B, Pak CYC, Citron JT, Thomas C, Adams-Huet B, Vangessel A: Potassium-magnesium citrate is an effective prophylaxis against recurrent calcium oxalate nephrolithiasis. *J Urol* 158 (1997) 2069-2073
- [24] Feldmann HI, Meves D (Hrsg.): Internationales Symposium Davos. Urolithiasis. Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Therapie, Pro- und Metaphylaxe. Verlag Dr. med. Straube, Erlangen 1976
- [25] Frick J, Sarica K, Kohler R et al.: Long-term follow-up after extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *Eur Urol* 19 (1991) 225-229
- [26] Gückel C, Benz-Bohm G, Roth B: Die Nephrokalzinose im Kindesalter. Sonographische Befunde und Differentialdiagnostik. *Fortschr Röntgenstr* 151 (1989) 301-305
- [27] Gschwend J, Paiss T, Gottfried HW et al.: Extracorporelle Stoßwellenlithotripsie bei Kindern. Komplikationen und Langzeitergebnisse. *Urologe [A]* 34 (1995) 324-328
- [28] Harmon EP, Neal DE, Thomas R: Pediatric urolithiasis: review of research and current management. *Pediatr Nephrol* 8 (1994) 508-512
- [29] Hellmann C, Otting U, Schönberger B: Die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie im Behandlungskonzept der Urolithiasis im Kindesalter. *Päd Prax* 48 (1994/95) 429-433
- [30] Hess B: Bei Nierensteinen nicht an Kalzium sparen. *Schweiz Med Forum* 45 (2001) 1119-1127
- [31] Hoyer PF: Niere. Urolithiasis. In: Hofmann V, Deeg KH, Hoyer PF (Hrsg.): *Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1996, S. 375-376
- [32] Hofmann V: Kleines Becken. Harnblase. Blasensteine. In: Hofmann V, Deeg KH, Hoyer PF (Hrsg.): *Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1996, S. 455-457
- [33] Hofmann V: Postoperative Befunde nach Eingriffen an den Harnwegen. Kontrolle bei Urolithiasis. In: Hofmann V, Deeg KH, Hoyer PF (Hrsg.): *Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1996, S. 403-405

- [34] Janatschek G, Frauscher F, Knapp R, Höfle R, Peschel G, Bartsch G: New onset hypertension after extracorporeal shock wave lithotripsy: age-related incidence and prediction by intrarenal resistive index. *J Urol* 158 (1997) 346-351
- [35] Kaiser G: Harnsteine. In: Bettex M, Genton N, Stockmann M (Hrsg.): *Kinderchirurgie. Diagnostik, Indikation, Therapie, Prognose.* Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1982, 8.47-8.58
- [36] Kamoun A, Zghal A, Daudon M et al.: Urinary calculi in children: contribution of anamnesis, biological exploration and physical analysis of calculi to the etiological diagnosis. *Arch Pediatr* 4(7) (1997) 629-638
- [37] Kamoun A, Daudon M, Abdelmoula J et al.: Urolithiasis in Tunisian children: a study of 120 cases based on stone composition. *Pediatr Nephrol* 13(9) (1999) 920-925
- [38] Kenney IJ, Aiken CG, Lenney W: Frusemide-induced nephrocalcinosis in very low birth weight infants. *Pediatr Radiol* 18 (1988) 323-325
- [39] Kitamura T, Murahashi I: Fiberoptic transurethral lithotripsy prefers smaller impacted ureteral calculi rather than large renal stones. *Nippon Jinzo Gakkai Shi* 32(8) (1990) 919-22
- [40] Koga S, Arakaki Y, Matsuoka M, Ohyama C: Urethral calculi. *Br Urol* 65 (1990) 288-289
- [41] Kraus SJ, Lebowitz RL, Royal SA: Renal calculi in children: imaging features that lead to diagnoses: a pictorial essay. *Pediatr Radiol* 29 (1999) 624-630
- [42] Kroovand RL: Pediatric urolithiasis. *Urol Clin North Am* 24(1) (1997), S.173-184
- [43] Kulb TB, Lingeman JE, Coury TA et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with a solitary kidney. *J Urol* 136(4) (1986) 786-788
- [44] Kuwert-Bröking E, Brinkmann OA, Bulla M, Hertle L: Harnsteine im Kindesalter. Allgemeine Aspekte, Ätiologie, Diagnostik und Metaphylaxe. *Päd Prax* 57 (1999/2000) 57-70
- [45] Lahme S, Bichler KH, Strohmaier WL, Gotz T.: Minimally invasive PCNL in patients with renal pelvic and calyceal stones. *Eur Urol* 40(6) (2001) 619-624

- [46] Lee KW, Rodo-Salas J, Morales-Fuchs L: Course of the urinary lithiasis treatment in the surgery department of a children` hospital. *Cir Pediatr* 8 (1995) 47-50
- [47] Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Urologie zum Harnsteinleiden bei Kindern. *Urologe [A]* 5 (1998) 576-577
- [48] Leumann EP: Urolithiasis und Nephrokalzinose. In: Schärer K, Mehls O. (Hrsg): *Pädiatrische Nephrologie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2000, S. 347-355
- [49] Leuthardt R, Bernhardt E, Gasser T, Kummer M: Spontaneous perforation of the ureter: a rare complication of urolithiasis. *Eur J Pediatr Surg* 4 (1994) 205-206
- [50] Lifshitz DA, Lingeman JE, Zafar FS et al.: Alteration in predicted growth rates of pediatric kidneys treated with extracorporeal shockwave lithotripsy. *J Endourol* 12 (1998) 469-475
- [51] Lindell A, Denneberg T, Granerus G: Studies on renal function in patients with cystinuria. *Nephron* 77 (1997) 76-85
- [52] Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, Kahnoski RJ et al.: Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 138 (1987) 485-490
- [53] Lim DJ, Walker RD, Ellsworth PI et al.: Treatment of pediatric urolithiasis between 1984 and 1994. *J Urol* 156 (1996) 702-705
- [54] Lock UC, von Pokrzywnitzki W, Weißbach L: Steinbildung nach Nierenbeckenplastik durch Nahtmaterial: *Urologe [A]* 5 (1998) 522-525
- [55] Lottmann H, Armchambaud F, Helal B et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Study of the effectiveness and renal consequences in a serie of eighteen children. *Ann Urol Paris* 29 (1995) 136-142
- [56] Lottmann H, Archambaud F, Traxer O et al.: The efficacy and parenchymal consequences of extracorporeal shock wave lithotripsy in infants. *BJU Int* 85(3) (2000) 311-315
- [57] Lottmann H, Traxer O, Archambaud F et al.: Monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of staghorn calculi in children. *J Urol* 165 (6Pt2) (2001) 2324-2327

- [58] Lottmann H, Gagnadoux MF, Daudon M.: Urolithiasis in Children. In: Gearhart JP, Rink RC, Moniquand PDE (Eds.): Pediatric urology. Saunders, Philadelphia 2001, S. 828-855
- [59] Malek RS, Kelalis PP: Pediatric nephrolithiasis. J Urol 113 (1975) 545-551
- [60] Manz F, Jaschke W, Van Kaick G, Waldherr R, Willich E: Nephrocalcinosis in Radiographs, Computed Tomographs, Sonographs and Histology. Pediatr Radiol 9 (1980) 19-26
- [61] Marberger M, Türk C, Steinkogler I: Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children. J Urol 142 (1989) 349-352
- [62] Marberger M, Türk C, Albrecht W, Steinkogler I, Hasun R: Aktueller Stand und Perspektiven in der Harnsteinbehandlung. In: Ell C, Marberger M, Berlin P (Hrsg.): Extra- und Intrakorporale Lithotripsie bei Harn-, Gallen-, Pancreas- und Speichelsteinen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1990, S. 150-161
- [63] Mishriki SF, Wills M, Mukherjee A et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi in children. Br J Urol 69 (1992) 303-305
- [64] Moazam F, Nazir Z, Jafarey AM: Pediatric urolithiasis: to cut or not to cut. J Pediatr Surg 29 (1994) 761-764
- [65] Müller, C.E., Bianchetti, M., Kaiser, G.: Immobilization, a risk factor for urinary tract stones in children. A case report. Eur J Pediatr Surg 4 (1994) 201-204
- [66] Myers DA, Mobley TB, Jenkins JM et al.: Pediatric low energy lithotripsy with the lithostar. J Urol 153 (1995) 453-457
- [67] Neisius D: Extracorporale piezoelektrische Lithotripsie von Harnsteinen. In: Ell C, Marberger M, Berlin P (Hrsg.): Extra- und Intrakorporale Lithotripsie bei Harn-, Gallen-, Pancreas- und Speichelsteinen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1990, S. 93-101
- [68] Newman DM, Coury T, Lingeman JE et al.: Extracorporeal shock wave lithotripsy experience in children. J Urol 136 (1986) 238-240
- [69] Özokutan BH, Küçükaydin M, Gündüzet Z et al.: Urolithiasis in Childhood. Pediatr Surg Int 16 (2000) 60-63

- [70] Pavlov AI, Krendel BM: The surgical treatment of staghorn nephrolithiasis in children and its effect on kidney function. *Urol Nefrol Mosk* 7-8 (1994) 12-15
- [71] Pearse DM, Kaude JV, Williams J, Bush D, Wright PJ: Sonographic diagnosis of Furosemide-induced nephrocalcinosis in newborn infants. *J Ultrasound Med* 3 (1984) 553-556,
- [72] Pelzer JO, Leumann E, Schwöbel MG: The role of surgery and lithotripsy in childhood urolithiasis. *Eur J Pediatr Surg* 4 (1994) 196-198
- [73] Perlman ES, Rosenfield AT, Wexler JS, Glickman MG: CT urography in the evaluation of urinary tract disease. *J Comput Assist Tomogr* 20(4) (1996) 620-626
- [74] Perrone HC, Ajzen H, Toporovski J, Schor N: Metabolic disturbance as a cause of recurrent Hematuria in children. *Kidney Int* 39(4) (1991) 707-710
- [75] Rainer D, Leumann EP, Stauffer U: Childhood urolithiasis. *Helv Paediatr Acta* 35 (1980) 301-311
- [76] Rassweiler J, Alken P: ESWL `90-state of the art. Limitations and future trends of shock-wave lithotripsy. *Urol Res* 18 [Suppl 1] (1990) 13-23
- [77] Reusz GS, Dobos M, Byrd D, Sallay P, Miltenyi M, Tulassay T: Urinary calcium and oxalate excretion in children. *Pediatr Nephrol* 9(1) (1995) 39-44
- [78] Rönnefarth G, Misselwitz J: Nephrocalcinosis in children: a retrospective survey. Members of the Arbeitsgemeinschaft für pädiatrische Nephrologie. *Pediatr Nephrol* 14(10-12) (2000) 1016-1021
- [79] Sarica K, Kohle R, Kunit G, Frick J: Experience with extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with a solitary kidney. *Urol Int* 48(2) (1992) 200-202
- [80] Sarika K, Küpei S, Sarika N et al.: Long-term follow-up of renal morphology and function in children after lithotripsy. *Urol Int* 54 (1995) 95-98

-
- [81] Schott G, Schaffhauser W, Rösch W, Schrott KM: Nierensteinbehandlung im Kindesalter. Konzepte, Ergebnisse und Komplikationen. *Päd Prax* 44 (1992) 433-444
- [82] Schubert G, Brien G: Composition and texture of calcium oxalate calculi in children. *Int Urol Nephrol* 18(2) (1986) 141-145
- [83] Schultz-Lampel D, Lazica M, Lampel A et al.: Langzeitverlauf nach ESWL bei Kindern: Steinfreiheit, Rezidivsteinrate, Blutdruck und Nierenfunktion. *Aktuel Urol* 25 (1994) 101-110
- [84] Schultz-Lampel D, Lampel A, Lazica M et al.: Extracorporale Stoßwellenlithitrypsie im Kindesalter. *Urologe [A]* 36 (1997) 200-208
- [85] Schumacher R, Klingmüller V, Reither M: Stellenwert der Sonographie gegenüber Röntgen und Computertomographie bei der Diagnose von Nephrokalzinosen. *Fortschr Röntgenstr* 141(1) (1984) 75-79
- [86] Stapleton FB, Noe HN, Jerkins G, Roy S: Urinary excretion of calcium following an oral calcium loading test in healthy children. *Pediatrics* 69 (1982) 594-597
- [87] Stein G, Ritz E: Diagnostik und Differentialdiagnostik der Nierenerkrankungen. Gustav Fischer Verlag Jena 1991
- [88] Stoller ML, Irby III PB: Urinary Calculi. Surgical Aspects. In: Holliday MA, Barrett TM, Avner ED (Eds.): *Pediatric Nephrology*. Williams und Wilkins, Baltimore 1994, S. 1080-1093
- [89] Strohmaier WL, Billes IC, Abelius A, Lahme S, Bichler KH: Selenium reduces high energy shock wave-induced renal injury in rats. *Urol Res* 30 (2000) 31-34
- [90] Thornhill JA, Moran K, Mooney EE, Sheehan S, Smith JM, Fitzpatrick JM: Extracorporeal shockwave lithotripsy monotherapy for pediatric urinary tract calculi. *Br J Urol* 65 (1990) 638-640
- [91] Traxer O, Lottmann H, Archambaud F et al.: Long-term evaluation with DMSA-Tc 99m scintigraphy of renal parenchymal involvement in children after shockwave extracorporeal lithitripsy. *Prog Urol* 8 (1998) 502-506

-
- [92] Traxer O, Lottmann H, Archambaud F et al.: Extracorporeal shockwave lithotripsy in infants. Study of its repercussions on the renal parenchyma. *Ann Urol* 32(4) (1998) 191-196
- [93] Traxer O, Lottmann H, Archambaud F et al.: Extracorporeal lithotripsy in children. Study of its efficacy and evaluation of renal parenchymal damage by DMSA-Tc 99m scintigraphy: a series of 39 children. *Arch Pediatr* 6(3) (1999) 251-258
- [94] Van Arsdalen KN, Banner MP, Pollack HM: Radiographic imaging and urologic decision making in the management of renal and ureteral calculi. *Urol Clin North Am* 17(1) (1990) 171-190
- [95] Van Horn AC, Hollander JB, Kass EJ: First and second generation lithotripsy in children: results, comparison and follow-up. *J Urol* 153 (1995) 1969-1971
- [96] Woolfield N, Haslam R, Le Quesne G, Chambers H, Hogg R, Jureidini K: Ultrasound diagnosis of nephrocalcinosis in preterm infants. *Arch Dis in Child* 63(1) (1988) 86-88
- [97] Zöller G, Ludewig M, Kallerhoff M, Zappel H: Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie in der Therapie der kindlichen Urolithiasis. *Monatsschr Kinderheilk* 139 (1991) 768-771

8. Thesen

1. Das Harnsteinleiden ist ein Symptom, welchem sehr verschiedene Erkrankungen ursächlich zu Grunde liegen können. Im Kindesalter sind dies oft rezidivierende Harnwegsinfektionen, Fehlbildungen des harnableitenden Systems oder seltener auch metabolische Erkrankungen. Ein enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit von Kinderarzt, Kinderchirurg, Kinderradiologe und Kinderurologe ist deshalb sehr wichtig und unabdingbar.
2. Dank der routinemäßig durchgeführten Sonographie ist es heute möglich ein Harnsteinleiden bzw. Fehlbildungen der ableitenden Harnwege frühzeitig zu erkennen und schnellstmöglich eine entsprechende Therapie einzuleiten.
3. Ursächlich für eine Nierenschädigung mit Funktionsverlust ist nicht das Harnsteinleiden sondern die durch dieses verursachten sekundären Folgeschäden bei andauernder Entzündung und Stauungsniere.
4. Wenn ein Nierenstein diagnostiziert ist, sollte eine zeitnahe Therapieentscheidung erfolgen, da die durch den Stein unterhaltene Entzündung langfristig zu einem irreparablen Nierenparenchymschaden und somit zu Funktionsverlust des betroffenen Organs führt.
5. Eine dauerhafte Steinsanierung des Harnableitenden Systems ist bei Vorliegen einer Fehlbildung erst nach operativer Korrektur derselben möglich.
6. Es ist bis heute weder durch die operative Therapie noch durch ESWL eine fassbare Nierenparenchymschädigung bzw. eine Funktionseinschränkung nachgewiesen.
7. Die Wahrscheinlichkeit einer dauerhaften Nierenparenchymschädigung mit Funktionseinschränkung ist bei gleichzeitigem Vorliegen einer Fehlbildung des harnableitenden Systems (VUR, UAST, UOST) und einer Urolithiasis deutlich höher als ohne Fehlbildung.
8. Ab dem 12 Lebensjahr sollte die Therapie eines Nierensteins in jedem Fall mittels ESWL erfolgen.
9. Bei jüngeren Kindern und/oder andere Steinlokalisation (Harnleiterstein, Blasenstein) sollte primär auch eine endoskopische bzw. operative Therapie erwogen werden und im Konsenz aller Fachrichtungen eine individuelle Therapieplanung erfolgen.

10. Die Eltern des Kindes sollten in die Therapieplanung nach Abwägung aller Möglichkeiten eng einbezogen werden, da die Compliance bei Mehrfachbehandlung mit wiederholten Narkosen oft eingeschränkt ist.
11. Eine langfristige Dispensairebetreuung durch Kinderneurologen, Kinderchirurgen und Kinderradiologen ist beim Harnsteinleiden im Kindesalter wegen häufiger Rezidive und der oft assoziierten, wenn auch korrigierten Fehlbildungen unabdingbar.
12. Die Verlaufskontrolle sollte zur morphologischen Beurteilung der Nieren sonographisch bzw. funktionsdiagnostisch durch die Nierensequenzszintigraphie erfolgen.
13. Bei der aktuellen gesundheitspolitischen Entwicklung und der sogenannten „Kostenexplosion“ im Gesundheitswesen sollte letztendlich auch die Kostenfrage in das diagnostische und therapeutische Konzept einfließen.

9. Anhang

9.1 Tabellarischer Lebenslauf

Name: Kathrin Ruschke

Geburtstag: 21.10.1966

Geburtsort: Aschersleben

Kinder: Ruschke, Tina ; geb. am 17.09.1989
Bertram, Johanna ; geb. am 13.06.2001

Ausbildung: 1973-1983 Polytechnische Oberschule Aschersleben

1983-1985 Erweiterte Oberschule Aschersleben

1985 Abitur

1985-1986 Krankenpflegepraktikum
Kreiskrankenhaus Aschersleben

1986-1989 Medizinstudium, MLU Halle - Wittenberg

1989-1990 Erziehungsurlaub

1990-1992 Studium der Humanmedizin an der
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

1993 Staatsexamen

1993-1995 Ärztin im Praktikum,
St. Barbara Krankenhaus Halle
Kinderchirurgische Abteilung

1995-2000 Weiterbildung zur Fachärztin für Kinderchirurgie,
St. Barbara Krankenhaus Halle

seit 2000 Weiterbildung zur Fachärztin für Diagnostische
Radiologie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Klinik für Diagnostische Radiologie

Halle, den 11.11.2003

9.2 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich für die Erstellung dieser Arbeit keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe.

Ich versichere weiterhin, dass ich den Antrag auf Eröffnung eines Promotionsverfahrens erstmalig an die Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg stelle.
Einen früheren Promotionsversuch gab es nicht.

Halle, den 11.11.2003

9.3 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem langjährigen Chefarzt und Lehrer Herrn Professor Dr. med. habil. Volker Hofmann für die Überlassung des Themas und seine sachkundigen Beratung und Betreuung.

Frau Prof. Dr. med. habil. T. Mende danke ich für die Durchführung der Nierensequenzsintigraphien und die Überlassung der Befunde.

Außerdem danke ich meiner Familie sowie allen Freunden und Kollegen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützten.