

Aus der Klinik für Urologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

**Funktionelle Langzeitergebnisse nach konventionell-offener und
laparoskopischer Nierenbeckenplastik im Kindesalter**

Dissertation

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

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Annika Klopfer
aus Jena

Datum der Promotion: 04.09.2015

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1. Definition der ureteropelvinen Obstruktion	8
1.2. Geschichte der Hydronephrose	10
1.3. Embryologie der Niere	11
1.4. Pathologie der Nierenbeckenabgangsstenose	12
1.5. Diagnostik	13
1.5.1. Sonographie	14
1.5.2. Nierenfunktionsszintigraphie	17
1.5.3. Miktionszystourethrogramm	21
1.6. Therapie	23
1.6.1. Geschichte der Nierenbeckenplastik	24
1.6.2. Offene Pyeloplastik nach Anderson-Hynes	27
1.6.3. Laparoskopische Pyeloplastik nach Anderson-Hynes	28
1.6.4. postoperative Komplikationen	29
1.6.5. postoperative Kontrolle unserer Patienten	30
2. Zielstellung	31
3. Patienten und Methodik	32
4. Ergebnisse	34
4.1. Ergebnisse aller Patienten	34
4.2. Ergebnisse der Aftermatch-Patienten	46
5. Diskussion	51
6. Zusammenfassung	61
7. Literaturverzeichnis	63
8. Eidesstattliche Erklärung	72
9. Lebenslauf	73
10. Danksagung	74
11. Anhang	75

Abkürzungen:

ONBP	offene Nierenbeckenplastik
LNBP	laparoskopische Nierenbeckenplastik
DJ	Doppel-J Katheter/Harnleiterschiene
PNS	perkutane Nephrostomie
UPO	ureteropelvikale Obstruktion
SSW	Schwangerschaftswoche
OP	Operation
MCU	Miktionszystourethrogramm
FSG	Nierenfunktionsszintigramm
HWI	Harnwegsinfektion
PN	Pyelonephritis
VUR	vesikoureteraler Reflux
Re-OP	Revisionsoperation
PS	Propensity Score
Abb.	Abbildung

Funktionelle Langzeitergebnisse nach konventionell-offener und laparoskopischer Nierenbeckenplastik im Kindesalter

von Annika Klopfer - Klinik für Urologie der Medizinischen Fakultät Charité –
Universitätsmedizin Berlin

Februar 2015

Schlagwörter

Nierenbeckenabgangsstenose, Pyeloplastik, Kinder, Laparoskopie, offene Technik

Einführung

Die offene Pyeloplastik gilt als Goldstandard der Therapie bei einer bestehenden Nierenbeckenabgangsenge, mit Erfolgsraten von über 90%. Nach Einführung der laparoskopischen Variante der Pyeloplastik 1993 erschienen zahlreiche Veröffentlichungen, welche einen Vergleich beider Techniken zum Gegenstand hatten. Die laparoskopische Methode wurde zunehmend mit den Ergebnissen und Komplikationen der offenen Technik gleichgesetzt, dieser Aspekt soll durch die hier vorliegende Analyse genauer betrachtet werden.

Material und Methoden

Diese retrospektive nicht randomisierte Kohortenstudie umfasst 178 Kinder, welche im Zeitraum von April 1999 bis Oktober 2009 eine Nierenbeckenplastik an der urologischen Klinik der Charité Berlin erhielten. Die Patienten befanden sich in einer Altersspanne von 0-18 Jahren, die Rekrutierung erfolgte unabhängig anderer Erkrankungen. Die Dokumentation wurde bezüglich prä-, peri- und postoperativen Charakteristika im Vergleich zwischen der offenen und der laparoskopischen Technik ausgewertet. Eine statistische Beurteilung wurde mittels des IBM SPSS Statistics 22 Programm durchgeführt.

Ergebnisse

Es wurden an unserer Klinik insgesamt 35 Kinder mittels laparoskopischer (LNBP) und 143 mittels offener Technik (ONBP) an einer Nierenbeckenabgangsenge operiert. Die durchschnittliche Hospitalisationszeit betrug bei den ONBP-Patienten 15 Tage (4-45) und bei den LNBP-Patienten 10 Tage (4-38). Die Operationsdauer war in der ONBP-Kohorte 136 Minuten (60-295) und in der LNBP-Kohorte 236 Minuten (140-385). Bei

94% der Patienten war keine postoperative Intervention notwendig. Patienten der LNBP-Gruppe (40%) gaben im Vergleich zur ONBP-Gruppe (19,9%) verstärkt Minor-Komplikationen (z.B. Schmerzen, Fieber) an. Die Major-Komplikationsrate aller Patienten betrug 4,5%. Während des stationären Aufenthaltes wurden zwei Urinome in der ONBP-Kohorte und ein Urinom in der LNBP-Kohorte verzeichnet. Einer offenen Revisions-Operation mussten sich drei Patienten der ONBP-Gruppe unterziehen, keines der LNBP-Kinder wurde offen revidiert. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit der Patienten betrug 29,8 Monate (0-120). Alle Patienten mit prä- und postoperativ vergleichbaren sonographischen Befunden, wiesen eine deutliche Regredienz der Nierenbeckenkelchdilatation auf. In Bezug auf die Beurteilung der prä- vs. postoperativen Nierenfunktionsuntersuchungen zeigten 47 von 61 (77,0%) Patienten, eine deutliche Verbesserung der Abflussverhältnisse nach Nierenbeckenplastik.

Zusammenfassung

In Zusammenfassung unserer Ergebnisse sowie unter Hinzunahme der Daten aus der Weltliteratur kann die laparoskopische Variante im Vergleich zur offenen OP-Technik ähnlich gute Resultate erzielen, ohne vermehrt Komplikationen aufzuweisen. In Verbindung mit den kleineren, kosmetisch ansprechenderen Narben und den potentiell verminderten Schmerzen ist es gut nachvollziehbar, dass die laparoskopische Technik die offene in den meisten Zentren abgelöst hat.

Functional long-term outcome following open and laparoscopic pyeloplasty in children

Key words

Ureteropelvic junction obstruction, pyeloplasty, children, laparoscopy, open surgery

Introduction

Open pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction is considered surgical gold standard with success rates up to 90%. The introduction of laparoscopic pyeloplasty in 1993 led to a number of publications, which investigated the two surgical techniques. Over time, laparoscopic pyeloplasty showed similar results compared to the open procedure. The aim of the current analysis is to further investigate outcomes of these two surgical techniques.

Material and methods

This retrospective cohort study includes 178 children who underwent open or laparoscopic pyeloplasty between April 1999 and October 2009 in the Department of Urology at the Charité. Patients were aged 0-18 years, inclusion was not impacted by other medical conditions. Open and laparoscopic pyeloplasty were compared based on a number of pre-, intra- and postoperative variables. Statistical analysis was performed with commercially available software (IBM SPSS Statistics 22).

Results

Overall, 35 and 143 children had surgery with laparoscopic (LPP) and open pyeloplasty (OPP), respectively. Mean hospital stay was 15 days (4-45) for open and 10 days (4-38) for laparoscopic pyeloplasty. Surgical time was 136 min (60-295) and 236 min (140-385) for OPP and LPP, respectively. The majority of patients (94%) did not need any surgical interventions postoperatively. While patients of the LPP-cohort had minor complications (e.g. pain, fever) more frequently than patients of the OPP cohort (40% vs. 19.9%), major complications were similar in both groups with an overall rate of 4.5%. Two patients of the OPP-group and one patient of the LPP group developed an urinoma postoperatively. Open re-surgery was necessary in 3 patients of the OPP-cohort and none of the LPP-patients. Mean follow-up was 29.8 months (0-120 months). In all patients with sufficient follow-up data, regression of the renal pelvis dilatation was

observed. On diuretic renography, 47/61 patients (77%) showed a significant improvement of obstruction.

Summary

The results of our study and the findings in the world literature indicate that LPP has similar outcomes as OPP with comparable complication rates. In consideration of smaller, cosmetically more appealing scars und potentially less pain the acceptance of LPP as a good alternative to OPP in the majority of urological centers seems a logical consequence.

1. Einleitung

Die Hydronephrose beschreibt eine durch erhöhten Druck im Nierenhohlraum entstandene sackartige Erweiterung des Nierenbeckens und Nierenkelchsystems. Hieraus kann eine Parenchymzerstörung resultieren. Diese wird durch die Verminderung des renalen Blutflusses aufgrund einer Vasokonstriktion bei z.B. chronischer Harnstauung hervorgerufen. Angeborene Fehlbildungen, neuromuskuläre Erkrankungen sowie die mechanische Obstruktion des harnableitenden Systems sind ursächlich für den erhöhten Druck im Nierenhohlraum. Eine Ursache ist die Nierenbeckenabgangsstenose, welche eine relativ häufige Erkrankung im Kindesalter ist.

Die offene Pyeloplastik gilt als Goldstandard der Therapie bei Nierenbeckenabgangsenge. Mehrere Publikationen weisen auf eine Erfolgsrate von über 90% hin. ^(1,2) Nach Einführung der laparoskopischen Variante der Pyeloplastik 1993 erschienen zahlreiche Veröffentlichungen, welche einen Vergleich beider Techniken zum Gegenstand hatten. Die laparoskopische Methode wurde zunehmend mit den Ergebnissen und Komplikationen der offenen Technik gleichgesetzt. ⁽³⁻⁵⁾

Sukumar et al. ⁽⁶⁾ veröffentlichten 2014 eine große Metaanalyse mit insgesamt 35.275 Patienten unter 19 Jahren, welche bei Subpelvinstenose eine Pyeloplastik erhielten. Zur statistischen Untersuchung der ONBP, LNBP und roboter-assistierten Pyeloplastik wurde die Zeitspanne auf Oktober 2008-2012 mit insgesamt 6.113 operierten Kindern begrenzt. Die Hospitalisationszeit fiel bei den roboter-assistierten Operierten deutlich kürzer aus als bei den Patienten der ONBP- oder LNBP-Kohorte. Im Vergleich zwischen beiden letztgenannten Gruppen bestand kein Unterschied. Ferner beschrieb Sukumar et al. keine erhöhten intra- oder postoperativen Risiken für die minimalinvasiven Techniken.

In unserem Hause wurde bisher noch keine roboter-assistierte Pyeloplastik bei einem Kind durchgeführt, so dass diese spezielle Operationstechnik in der vorliegenden Arbeit nicht zum Tragen kommt.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wertet die hier vorgenommene Analyse die präoperativen, perioperativen und postoperativen Parameter nach Nierenbeckenplastik im Kindesalter an unserer urologischen Klinik aus. Analysiert werden die sonographischen Befunde des Nierenbeckens, die Retentionsparameter und die Befunde der Nierenfunktionsszintigraphie sowie die klinischen Symptome prä-, peri-

und postoperativ. Ziel der vorliegenden Studie ist ein Vergleich der operativen Ergebnisse zwischen der offenen und der laparoskopischen Operationstechnik im Kindesalter.

1.1. Definition der ureteropelvinen Obstruktion

Die Begriffe Subpelvinstenose und Nierenbeckenabgangsstenose sind Synonyme für die ureteropelvine Obstruktion und werden in dieser Arbeit gleichbedeutend verwendet.

Den größten Anteil aller sonographisch erfassbaren pränatalen Fehlbildungen stellen die Anomalien des Harntraktes dar. Die Nierenbeckenkelcherweiterung ist ein nicht seltenes Bild bei Erkrankungen des Harnsystems. Die Nierenbeckenabgangsstenose ist die häufigste kongenitale Fehlbildung des oberen Harntraktes. Eine ureteropelvine Obstruktion ist definiert als ein vom Nierenbecken zum proximalen Ureter beeinträchtigter Harnabfluss mit resultierender Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems und nachfolgender Nierenschädigung. Diese Erkrankung kann in allen Altersklassen auftreten und ist die häufigste Ursache der neonatalen Hydronephrose. ⁽⁷⁾ Die Inzidenz der Nierenbeckenabgangsstenose beträgt ungefähr 1:1500. ⁽⁸⁾ Jungen sind im Verhältnis 2:1 häufiger betroffen als Mädchen und es besteht eine Prävalenz zur linken Niere mit 60%. Zusätzlich können bei bis zu 40% auch beide Nieren betroffen sein. ⁽⁸⁻¹¹⁾

Die Datenangabe zur Inzidenz wird in einigen Studien unterschiedlich genannt. Die genaue Definition von gesund bzw. dem Vorliegen einer Stenose ist in der Literatur nicht einheitlich festgelegt. In einigen Studien liegt eine Prävalenz von pränataler Hydronephrose bei 0,2-3% aller Schwangerschaften vor. ^(12,13)

Die Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems ist eine Folge dieser Stenose. Hieraus kann eine Hydronephrose resultieren, welche bei Nichtbehandlung zu Funktionseinschränkungen und letztendlich bis zum Funktionsverlust der betroffenen Niere führen kann.

Die Nierenbeckenabgangsstenose wurde 1977 durch Johnston ⁽⁹⁾ nach hydrodynamischen Aspekten definiert und nach intrinsischen und extrinsischen Ursachen unterschieden.

INTRINSISCH:

Die häufigste vorliegende Ursache einer Subpelvinstenose ist die sogenannte intrinsische Variante, eine angeborene Wandfehlbildung aufgrund einer Veränderung auf zellulärer Ebene des Harnleiters. Während der embryologischen Entwicklung kommt es laut Ruano zu einer unvollständigen Rekanalisierung des Ureters. ⁽¹⁴⁾ Daraus können eine erhöhte und medialisierte Ureterposition oder Reizleitungsunregelmäßigkeiten resultieren. Aufgrund der blockierten muskulären Erregungsweiterleitung des Ureters können die Harnportionen nicht weitergeleitet werden, das proximale Segment wird dilatiert.

Cussen beschreibt erstmals 1967 in seinen Studien zum Thema Ureterdilatation ein enges Ureterlumen mit normaler Epithelauskleidung. In der Umgebung der vorliegenden Stenose würde eine reduzierte Anzahl von normal großen Leiomyocyten bestehen. ⁽¹⁵⁾ Goshing beschrieb 1978, lichtmikroskopisch gesichert, eine deutliche Vermehrung des kollagenen Bindegewebes im veränderten Ureterabgangssegment. ⁽¹⁶⁾

EXTRINSICH:

Eine mechanische Einengung des Harnleiters von außen, die zu einer Kompression oder Abknickung des Ureters führt, wird als extrinsisch bezeichnet. Ursachen können unter anderem komprimierende Tumore im Abdomen, entzündlich oder posttraumatisch entstandene Engstellen/Adhäsionen oder ein den Ureter überkreuzendes Polgefäß sein. Ein überkreuzendes Polgefäß ist die häufigste extrinsische Ursache für eine Nierenbeckenabgangsenge.

Allerdings konnten Palmer ⁽¹⁷⁾ und Ross ⁽¹⁸⁾ in ihren Studien bei Säuglingen mit pränatal diagnostizierter Nierenbeckenabgangsstenose keine kreuzenden Gefäße als Ursache der Stenose feststellen. Intraoperativ wurden bei 50 unserer Patienten aberrierende Gefäße gesehen. Es stellt sich also die Frage ob das kreuzende Gefäß die einzige Ursache der Harnleiterstenose bei den Kindern darstellt oder ob zusätzliche Faktoren mit in die Entstehung einfließen. Bei Erwachsenen mit asymptomatisch kreuzenden Gefäßen existieren Studien, die eine erhöhte Gefahr der Entstehung einer Nierenbeckenabgangsstenose im späteren Leben beschreiben. ⁽¹⁹⁾

Die Symptome einer Ureterabgangsstenose können sich bei Kindern in Form einer Gedeihstörung zeigen und unspezifische Symptome wie Appetitlosigkeit und Erbrechen verursachen. Die spezifischen Symptome sind vor allem Flankenschmerzen, rezidivierende Harnwegsinfektionen, Pyelonephritiden, Hämaturie und Nierenkoliken durch Harnsteine. Eine bereits schon über Monate oder Jahre bestehende Obstruktion verursacht keine starken Schmerzen, sondern wird meist als Zufallsbefund diagnostiziert. Bei 20% der Patienten mit Nierenbeckenabgangsstenosen besteht eine progrediente Nierenfunktionsverschlechterung. Symptomatische hochgradige Fehlbildungen sollten operativ behandelt werden, während bei asymptomatischen Patienten in vielen Fällen abgewartet werden kann. Voraussetzung hierfür ist eine engmaschige Verlaufskontrolle.

1.2. Geschichte der Hydronephrose

Bereits vor 1935 wurden erste Definitionen über die Pathophysiologie der Hydronephrose veröffentlicht. Besonders bemerkenswert sind die in Paris im Jahre 1837 veröffentlichten Schriften von Rayer. ⁽²⁰⁾ Er erläuterte mittels folgender Stichpunkte die pathologischen Zusammenhänge der Hydronephrose.

1. „Urinretention im Nierenbecken und Kelchsystem“
2. „Nierenatrophie“
3. „in einigen Fällen besteht eine kleine Öffnung der Obstruktion“
4. „die Hydronephrose kann eine Ursache für Miktionsstörungen sein“

Im Jahre 1899 beschrieb Albarran das Phänomen des „L' hypertrophic compensatrice en pathologic rénale.“ ⁽²¹⁾ 1907 hielt Broedel mit seinen Zeichnungen die Veränderungen bei Vorliegen einer Hydronephrose sowie deren Schweregrad fest. Die Zeichnungen beschrieben eine Zunahme des Nierenbeckenvolumens mit zunehmender Veränderung der Nierenkelchkonfiguration, welche folglich zu einer Nierenparenchymverschmälerung führe. ⁽²²⁾

Die Schriften über experimentelle Tierstudien zur Hydronephrose von Hinman sind einige der wichtigsten Publikationen zum Verständnis der Pathogenese dieses Krankheitsbildes. Hinman zeigte unter anderem, dass der Schweregrad der Funktionseinschränkung sowie deren Reversibilität von der Dauer der Obstruktion abhängt. Weitere Erkenntnisse aus diesen Studien sind die Abhängigkeit der Parenchym-Degeneration von der arteriellen Blutversorgung, die kontinuierliche

Urinproduktion trotz totaler Ureterobstruktion sowie die von der Natur aus höher angelegte Nierenfunktion als sie für das Überleben notwendig wäre. ⁽²³⁻³¹⁾

1.3. Embryologie der Niere

Das sich aus dem intermediären Mesoderm entwickelnde Urogenitalsystem bildet zu Beginn der 4. Woche sogenannte Nephrotome, segmental angeordnete Gewebsblöcke, aus. Die Entwicklung verläuft von kranial nach kaudal. Die segmentierten Nephrotome der Halsregion entwickeln sich zu rudimentären Nierenkanälchen, während die Nephrotome der Brust, Lenden- und Sakralregion eine fehlende Segmentierung aufweisen. Die Ausscheidungskanälchen der Niere bilden sich aus dem unsegmentierten intermediären Mesoderm, dem nephrogenen Strang. Von dorsal in die Leibeshöhle vorwölbend, entwickeln sich die nephrogenen Stränge als sogenannte Urogenitalleisten.

Im Laufe der embryologischen Entwicklung entstehen zum einem die nur rudimentär angelegte und ohne Funktion einhergehende Vorniere (Pronephros), die temporär Urin produzierende Urniere (Mesonephros) und die definitive Niere, die sogenannte Nachniere (Metanephros).

Aus den Halssegmenten des nephrogenen Stranges entwickelt sich die Vorniere, welche sich bereits ab der 5. Woche zurückentwickelt hat. Die thorakalen und lumbalen Segmente bilden die Grundlage der Urniere. Es bilden sich die ersten S-förmigen exkretorischen Nierenkanälchen aus, an deren medialen Enden die Glomeruli entstehen. Das Kapillarknäuel (Glomerulum), welches sich in das blinde Ende der Urnierenkanälchen vorwölbt, wird von einer dünnen Epithelschicht des Kanälchens überzogen und bildet dadurch das innere und äußere Blatt der Bowman-Kapsel. Am anderen Ende mündet das Kanälchen in den Urnierengang (Wolff-Gang). Die Urniere entwickelt sich bis zum 2. Monat zu einem länglichen Organ, welches über einen breiten Mesenterialstiel mit der hinteren Leibeswand verbunden ist. Der größte Teil der Urnierenkanälchen und –glomeruli ist bis zum Ende des 2. Monats verschwunden. Der Urnierengang und die kranialen Urnierenkanälchen bleiben bei den männlichen Feten erhalten und leisten einen Beitrag in der Entwicklung des Genitalsystems. Bei den weiblichen Feten entwickeln sich diese zurück.

In der 5. Woche bildet sich aus den kaudalen Somiten die Nachniere, deren Nephrone sich nach kaudal an den nephrogenen Strang anschließen und als nephrogenes

Blastem bezeichnet wird. Aus dem Urnierengang wächst die Ureterknospe, welche den Entstehungsort der harnableitenden Kanälchen darstellt. Metanephrogenes Blastem und Ureterknospe bilden zusammen die Nachniere. Die Knospe wächst in das metanephrogene Blastem ein, ihr distaler Endabschnitt verzweigt und erweitert sich, das Nierenbeckenkelchsystem entsteht. In der nächsten Entwicklungsstufe prägen sich die Sammelrohrmündungen heraus. Ureter, Nierenbecken und seine Aufzweigungen entstehen aus der Ureterknospe. Das Sammelrohrsystem endet in einer Ampulle, welche die Bildung einer Nephronanlage induziert.

Das nephrogene Blastem bedeckt jede neugebildete Gangknospe und sondert am Rand Zellen ab, welche als Nierenbläschen die sogenannten Nierenkanälchen bilden. Aus den Nierenbläschen und Glomeruli entsteht das Nephron. Die Bowman-Kapsel entwickelt sich aus dem proximalen Ende des Kanälchens und das distale Ende mündet in eines der Sammelrohre ein. Das Kanälchen differenziert sich im Verlauf des Längenwachstums. Durch unzählige Teilungen der terminalen Ampulle entstehen bis zur Geburt circa 1 000 000 Nierenkörperchen pro Niere. Die Anzahl der Nephrone korreliert mit dem Geburtsgewicht. Es besteht ein erhöhtes Risiko für Hypertension und Nierenerkrankungen bei geringer Anzahl von Nephronanlagen. ⁽³²⁾ Durch das Körperwachstum des Feten im lumbalen Bereich vermindert sich die Körperkrümmung, was ursächlich für den Aszensus der Niere ist. Dabei verlagert sich die Gefäßversorgung von einer ursprünglichen über die Iliakalgefäße laufenden Versorgung zu den weiter kranial gelegenen Lumbalarterien. ⁽³³⁾

1.4. Pathologie der Nierenbeckenabgangsstenose

Es existieren wenige Beschreibungen zur Pathologie der Obstruktion. ⁽³⁴⁾ Eine gestörte Nierenarchitektur ist eine der Hauptbeobachtungen. Die obstruktiven Prozesse können die Entwicklung der Niere weitreichend verändern. ⁽³⁵⁻³⁸⁾ Die veränderten Nieren sind charakterisiert durch eine verringerte Anzahl an Glomeruli, interstitieller Fibrose und tubulärer Atrophie. Einige Studien wollten eine Verbindung zwischen den klinischen Untersuchungen und den histologischen Ergebnissen aufzeigen, doch es konnte keine offensichtliche Korrelation herausgestellt werden. ^(39,40)

Das Sammelrohrsystem der Niere ist als erstes von der Obstruktion betroffen. Abhängig vom Grad der Obstruktion kann das biologische System durch einige Kompensationsmechanismen für eine gewisse Zeit stabil gehalten werden. Ein

progredienter Verlauf führt zur Instabilität der physiologischen Kompensation. Eine Reduzierung der Peristaltik resultiert aus einer übermäßigen Dilatation. Der verminderte Urintransport bewirkt wiederum eine erhöhte Wandspannung sowie das Persistieren der Dilatation. Mit steigender Muskelkontraktion erhöht sich zudem der intratubuläre Druck, woraus wiederum eine Muskelhypertrophie des Nierenbeckenkelchsystems resultiert. Der erhöhte Druck bewirkt ein Herabsetzen der glomerulären Filtrationsrate, die reduzierte Urinausscheidung bewirkt wiederum eine Normalisierung des Druckes. Die Progression des Zustandes führt zu einer Hydronephrose, welche unter anderem einen chronischen Natriumverlust, Hypotonie oder eine Azidose mit sich bringen kann. Einige Studien stellen Angiotensin II als einen wichtigen Marker für die Ureterfunktion hervor, denn laut den Autoren wird diese unter anderem über das lokale RAS vermittelt. ⁽⁴¹⁾ Eine nicht regelrechte Nierenentwicklung kann aus einer unvollständigen Expression des Renin-Angiotensin-Systems resultieren. ^(42,43)

1.5. Diagnostik

Aufgrund des möglichen irreversiblen Funktionsverlustes der Niere ist eine schnelle und ausführliche Diagnostik zur Bestätigung und Graduierung der Fehlbildung notwendig. Die Schwierigkeit in der Diagnostik besteht darin, die Patienten bei welchen eine Gefährdung der Niere vorliegt von jenen zu unterscheiden, bei denen die Nierenfunktion nicht so stark beeinträchtigt ist. An diagnostischen Maßnahmen stehen die Sonographie, die Nierenfunktionsszintigraphie, das Miktionszystourethrogramm, das Ausscheidungsurogramm, die Computertomographie und evtl. die Magnetresonanztomographie zur Verfügung. Einige Untersuchungsverfahren werden nun im folgenden Kapitel näher erläutert.

Der durch Körner modifizierte Algorithmus gibt einen guten Überblick zur systematischen diagnostischen Verfahrensweise bei Pyelondilatation. ⁽⁴⁴⁾ Dieser besagt, dass bei pränatal auffällig dilatiertem Nierenbecken in den ersten Lebenswochen des Kindes sonographische Kontrollen durchgeführt werden sollten. Kann dabei eine subvesikale bzw. vesikale Ursache wie z. B. Urethralklappen, Megaureter oder neurogene Blase ausfindig gemacht werden, so ist diese entsprechend zu behandeln. Die weiterführende Betreuung einer supravesikalen Ursache, also der Nierenbeckenabgangsstenose, ist von der Größe des Nierenbeckens abhängig. Besteht eine <12 mm große Nierenbeckendilatation so kann abgewartet

werden und mittels Sonographie in 1-2 Monaten der Verlauf kontrolliert werden. Bei höhergradiger Dilatation wird eine Nierenfunktionsszintigraphie empfohlen. Eine seitengleiche bzw. eine größer als 40% bestehenden Nierenfunktion bei Nierenbeckenabgangsstenose, sollte ebenso Kontrolluntersuchungen in 3-6 Monaten nach sich ziehen. Eine interventionelle Behandlung ist bei einer schlechteren Nierenfunktion zu empfehlen.

1.5.1 Sonographie

Die noch relativ junge Geschichte der Hydronephrose wird vor allem durch die Entwicklung der pränatalen Sonographie bestimmt. Durch diesen diagnostischen Fortschritt ist es möglich ein Kind mit Fehlbildungen im Harntrakt bereits im Mutterleib zu detektieren, bei Notwendigkeit das Ungeborene schneller zu therapieren sowie postnatal ein Augenmerk auf die nephrogene Entwicklung zu legen. Die Neugeborenen erhalten nach der Geburt weitere diagnostische Maßnahmen um die Obstruktion postnatal zu bestätigen und eventuell die Genese zu klären. Bei Bestätigung der Obstruktion können eine weiterführende Diagnostik und therapeutischen Maßnahmen umgehend eingeleitet werden. Somit treten eventuelle Symptome wie Flankenschmerzen, Urolithiasis, rezidivierende fieberhafte Harnwegsinfektionen und Hämaturie, welche sich bei länger bestehender Obstruktion entwickeln können, bei den Patienten mit pränatal diagnostizierten Nierenbeckenabgangsstenosen weniger häufig auf. Die Zahl der Kinder mit kongenitaler Nierenbeckenabgangsstenose hat sich parallel mit der steigenden Anwendung der pränatalen Sonographie erhöht. Ein wichtiger Aspekt dieses Fortschrittes ist nun die Hydronephroseentwicklung, welche viele Diskussionen ausgelöst hat. Entsteht die Hydronephrose in der natürlichen Entwicklung des Urogenitaltraktes oder ist sie Folge eines pathologischen Prozesses wie z.B. einer ureterorenenalen Obstruktion oder eines vesikoureteralen Refluxes? ⁽⁴⁵⁾

Die Sonographie stellt eine der schnellsten und risikoärmsten diagnostischen Möglichkeiten dar und findet in jeder Fachrichtung Anwendung.

Ein Sonographiegerät besteht aus einem Schallkopf, einem Rechner und einem Monitor. Es ist ein bildliches Verfahren, welches auf der Aussendung und dem Empfang von Ultraschallwellen basiert. Im Ultraschallkopf befinden sich geordnete Kristalle, welche mittels des piezoelektrischen Effektes Ultraschallwellen erzeugen. Diese Schallwellen besitzen eine Frequenz von größer 20 kHz, die über der menschlichen

Hörschwelle liegt. Die Sonde sendet Impulse, welche beim Durchtritt durch das Gewebe durch Absorption, Reflexion, Streuung und Brechung unterschiedlich stark geschwächt werden. Anhand der Laufzeit der wieder empfangenen Signale wird die Strukturtiefe per Rechner in ein auf dem Monitor erscheinendes Schwarz-Weiß-Bild umgewandelt. Objekte mit geringer Echogenität wie z.B. Flüssigkeiten, erscheinen schwarz. Stark reflektierende Substanzen wie Knochen haben eine hohe Echogenität, sodass das Bild weiß erscheint.

Um ein gut beurteilbares Bild zu erhalten, ist die Lagerung des Patienten bei der Nierensonographie sehr wichtig. Die Untersuchung wird in Rückenlage oder Seitenlage des Patienten durchgeführt. Eine kurz angehaltene für den Patienten tolerierbare Inspiration zeigt die Atemverschieblichkeit der Niere und verbessert meist das Bild, da die Rippen häufig dieses Bild beeinträchtigen. Jede Niere wird in der transversalen und in der longitudinalen Organachse durchgemustert. Beurteilt werden Größe, Organgrenze, Parenchym, Raumforderungen, Konkremente und eine eventuell bestehende Ektasie. Aufgrund der anatomischen Lage des Oberpols der Niere muss der Schallkopf nach dorsal gekippt werden um den Oberpol richtig beurteilen zu können.

Die Sonographie ist enorm vom Untersucher abhängig, so dass die Graduierung der Hydronephrose subjektiv ausfällt. In einer Studie von 255 Patienten mit renalem Reflux wurden 70% der postnatalen Sonographiebefunde von den Radiologen als normal gewertet. ⁽⁴⁶⁾ Die Sonographie kann nur sichtbare Strukturveränderungen hervorheben und nicht genaue Ursachen der entstandenen renalen parenchymalen Schädigung benennen.

Die Pränatal-Sonographie hat in der heutigen Zeit durch die vielen Vorteile einen großen Stellenwert in der Diagnostik des ungeborenen Kindes erreicht. Sie zeichnet sich durch Nicht-Invasivität, Schnelligkeit, Kosteneinsparung, wenig Nebenwirkungen und keine schädigende Strahlung für Mutter und Kind aus. Die Sonographie gibt uns Informationen über das Alter des Kindes, die Plazentalage, den Fruchtwassergehalt, den Entwicklungsstand des Kopfes, der Wirbelsäule, der Extremitäten, des Herzens, der Lunge, der Leber, das Geschlecht und die Nierenanlage. Die sonographische Beurteilbarkeit des Nieren- und Harnsystems ist von den jeweiligen embryologischen Entwicklungsstadien abhängig. So können bereits in der 14.SSW gelegentlich die Nieren gesehen werden. Eindeutig erkennbar sind sie ab der 16. und 18. SSW. In der 20. SSW ist die feine Architektur der Niere mit ihren Pyramiden bereits erkennbar. Die

sensitivste Zeit zur Untersuchung des Harntraktes auf vollständige Entwicklung bzw. Fehlbildungen ist in der 28.SSW.

Auf eine urodynamische Harntransportstörung weist nach der 24.SSW bei gleichzeitiger Kelchsystembeteiligung ein Nierenbeckendurchmesser von $>10-15$ mm hin. ^(47,48)

Die Dilatation des Nierenbeckenkelchsystems wird mit Hilfe des „Society for Fetal Urology“ (SFU) in den jeweiligen Ausprägungsgrad eingeteilt. ^(49,50) Es bestehen vier Schweregrade der Dilatation und der SFU beschreibt mit zunehmender Harnstauung des Nierenbeckenkelchsystems eine Abnahme der Nierenparenchymdicke. Ein erstgradiger Harnstau ist definiert durch eine Erweiterung des Nierenbeckens ohne das Kelchsystem betreffend. Die beginnende Erweiterung der Nierenkelche beschreibt den zweitgradigen Harnstau. Eine drittgradige Dilatation des oberen Harntraktes liegt bei massiver Stauung des Nierenbeckenkelchsystems mit beginnender Parenchymverschmälerung vor. Bei deutlicher Verschmälerung des Parenchyms mit nicht abgrenzbarem Nierenbecken zum Nierenkelchsystem besteht ein viertgradiger Harnstau, auch hydronephrotische Sackniere genannt.

In unserer Klinik erfolgt die pränatale und postnatale Diagnostik unter anderem durch die Kollegen der Kinderradiologie. Diese führen die Nierensonographie durch, beschreiben die Größe des Nierenbeckens und weisen auf pathologische Veränderungen hin.

Bei einer angeborenen Harntraktentwicklungsstörung kann sich ein Oligohydramnion in der Schwangerschaft entwickeln. Zur exakteren Bestimmung der Beeinträchtigung bei Grad IV (SFU) dient eine Amniozentese zur Ermittlung der fetalen Glomerulofiltrationsrate. Diese ist abhängig vom Gestationsalter und beträgt laut Kurjak et al. ⁽⁵¹⁾ zum Geburtszeitpunkt $2,66$ ml/min. Weitere Marker wie Calciumspiegel im fetalen Urin, β 2-Mikroglobulin und α 1-Mikroglobulin im Serum des Feten können bei einer renalen Dysplasie pathologisch verändert sein.

Ziel der sonographischen Diagnostik ist es bei den höhergradig beeinträchtigten Kindern mithilfe der Befunde das weitere Vorgehen zu bestimmen und gegebenenfalls zeitnah therapeutische Maßnahmen einzuleiten, um so den irreversiblen Nierenfunktionsverlust zu vermeiden. Des Weiteren kann durch regelmäßige sonographische Kontrolluntersuchungen bei den nicht schwerwiegend nierenfunktionsbeeinträchtigten Kindern eine Befundverschlechterung schneller beurteilt und behandelt werden.

Die Sonographie spielt auch in der postoperativen Überwachung eine sehr wichtige Rolle. Sie dient einerseits als Verlaufskontrolle für die Größenreduzierung des Nierenbeckens und andererseits können ein vorliegender Harnstau oder postoperativ freie Flüssigkeit schnell und ohne Invasivität festgestellt werden.

1.5.2. Nierenfunktionsszintigraphie

Die Nierenfunktionsszintigraphie ist ein diagnostisches Verfahren zur genauen Beurteilung der Funktionskraft der Niere. Dieses nuklearmedizinisch invasive Verfahren beruht auf der Speicherung und Eliminierung von radioaktiver Substanz im Harntrakt-System. Es ermöglicht eine Beurteilung der renalen Durchblutung, der seitengetrenten Nierenfunktion sowie der Abflussverhältnisse aus dem Nierenbecken. Zur Diagnostik bei Verdacht auf eine Nierenfunktionsstörung sowie zur Verlaufskontrolle von operativ korrigierten ureterorenenalen Obstruktionen findet dieses Verfahren Anwendung. Es gibt unterschiedliche Arten der Nierenfunktionsszintigraphie. Unterschieden wird zum einen in der Art des verwendeten Radionukleids und zum anderen durch zusätzliche Gabe von Medikamenten (ACE-Hemmer oder Diuretikum).

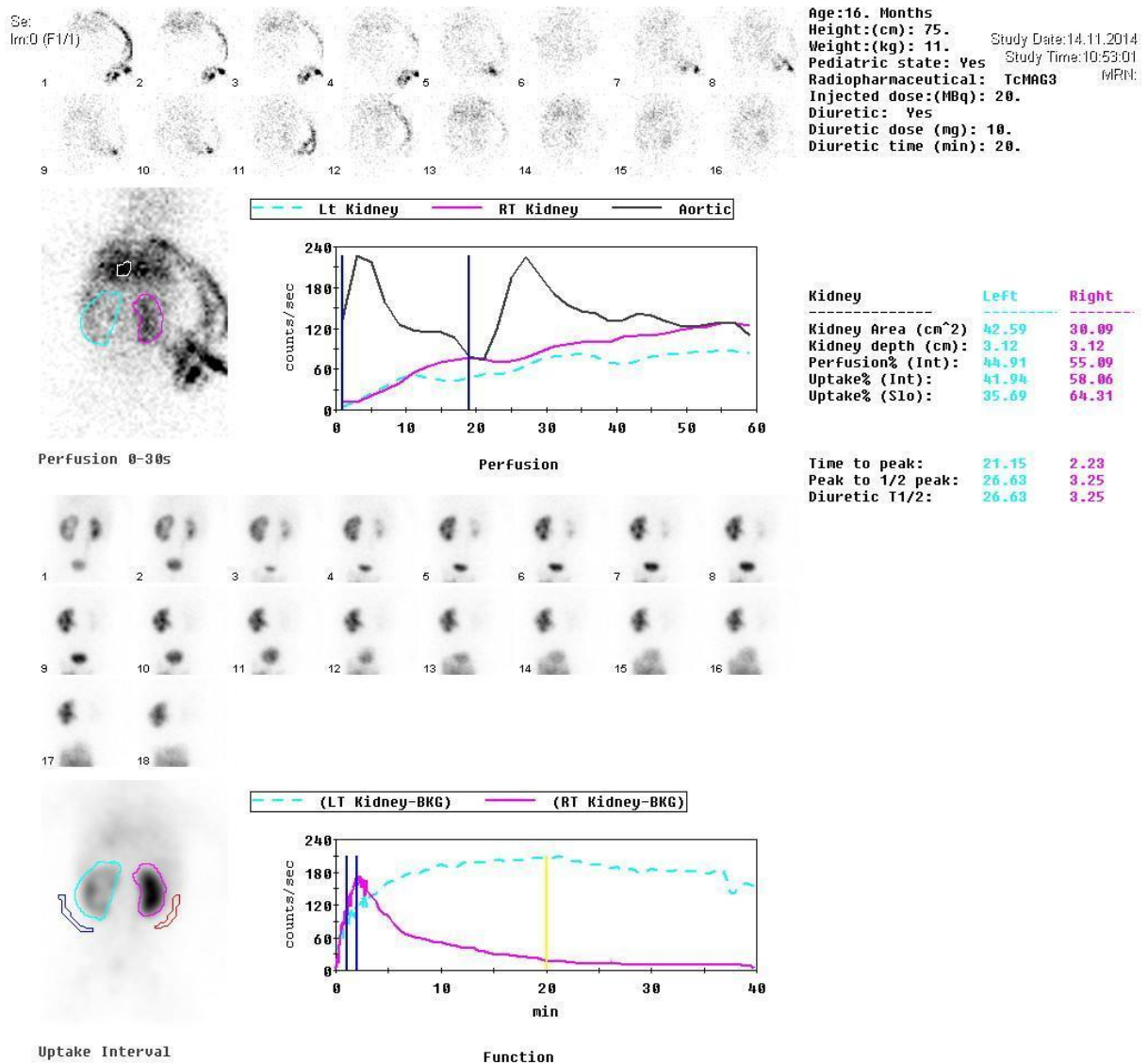
Als radioaktive Substanzen zur Durchführung einer Nierenfunktionsszintigraphie können verwendet werden: Tc-99m-Mercapto-Acetyltriglycin (MAG3), Tc-99m-Ethylenedicystein (EC), 1-123-Hippuran und Tc-99m-Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA). Rein tubulär eliminierte Radiopharmaka, z.B. MAG3 führen zu einem besseren Nieren-Untergrund-Verhältnis, weshalb diese auch bei Verdacht auf Nierenbeckenabgangsstenose bevorzugt Anwendung finden. Zur Bestimmung der glomerulären Filtrationsrate und Blutflusseigenschaften nach Nierentransplantation kann das glomerulär filtrierende Radiopharmakon DTPA verwendet werden. Die Werte der Nierenclearance steigen circa bis zum 2. Lebensjahr trotz Korrektur zur Körperoberfläche aufgrund der Nierenunreife an. Dies bedingt den vorrangigen Einsatz von tubulär eliminierten Radiopharmaka im Kindesalter. ^(52,52) Die zusätzliche Verwendung von ACE-Hemmer (z.B. Captopril) wird bei der Diagnose einer renovaskulären Hypertonie notwendig.

Die Diurese-Nierenfunktionsszintigraphie wird zur Beurteilung von pyeloureteralen Obstruktionen verwendet. Hierbei wird Kindern bis einem Jahr 1 mg pro KG Körpergewicht Furosemid (max. 20 mg) und Kindern bis 16 Jahre 0,5 mg pro KG Körpergewicht injiziert. Die Ansprechbarkeit auf Furosemid ist altersabhängig. ⁽⁵³⁾

Eine aussagekräftige Nierenfunktionsszintigraphie kann ab dem 2. Lebensmonat durchgeführt werden. Davor befindet sich die Niere noch in einem Entwicklungsstadium, in dem die geringere glomeruläre Filtrationsrate eine verzögerte Antwort bewirkt. ⁽⁵⁴⁾

Die Aufnahmen nach der Radionukleidinjektion erfolgen kontinuierlich mittels einer Gammakamera, dabei befindet sich das Kind meist in Rückenlage. Vor der Untersuchung ist auf eine gute Hydrierung des Kindes zu achten. Die Eltern werden darauf hingewiesen am Untersuchungstag ihr Kind zum Trinken anzuhalten bzw. den Säuglingen die Brust oder die Flasche zu geben. Aufgrund einer verzögerten Ausscheidung bei voller Harnblase während der Untersuchung kann eine falsch-positive Abflachung der Ausscheidungskurve resultieren. Deshalb sollte das Kind unmittelbar vor der Untersuchung die Blase entleeren. Eine Blasenkatheterisierung wird vom Paediatric Committee nicht empfohlen. ⁽⁵²⁾ Das Radiopharmakon wird intravenös injiziert und die dorsale Aufzeichnung mittels einer Gammakamera beginnt. Zur Bestimmung der Kreatininclearance wird nun Blut abgenommen. Typischerweise erfolgt die Gabe des Diuretikums Furosemid nach 20 Minuten. Bei Auffälligkeiten im Abfluss kann schon durch Lageänderung des Kindes in eine aufrechte Position und daraus folgende Wirkung der Schwerkraft eine Normalisierung des Abflusses bewirkt werden. Die Auswertung erfolgt durch eine spezielle Software mit der sogenannten ROI-Technik (regions of interest).

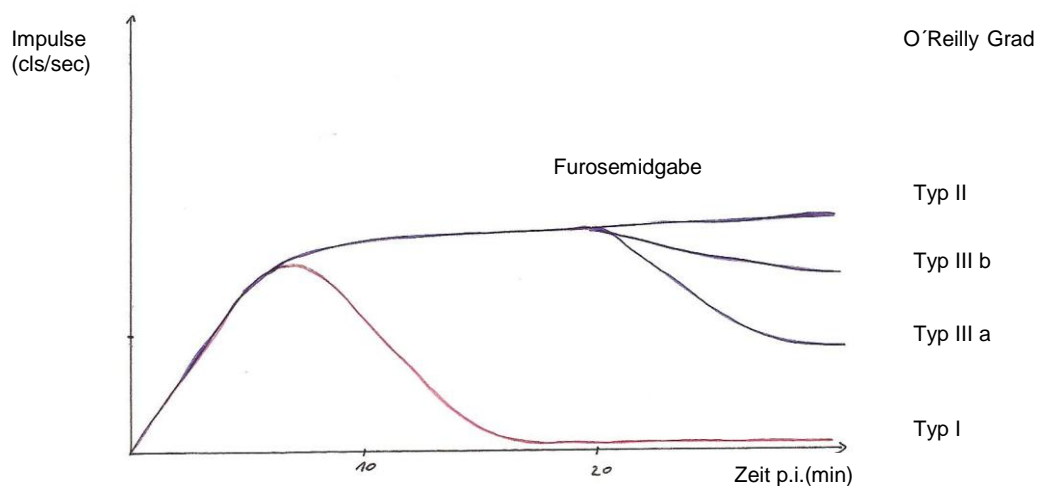
Abb. 1: Nierenfunktionsszintigraphie



Klinischer Fall aus unserer Klinik: 16 Monate altes Kind mit szintigraphischen Nachweis einer Abflussstörung der linken Niere (blaue Kurve); trotz Furosemidgabe in der 20. Minute zeigt sich keine Veränderung des Abflusses, es liegt ein O'Reilly Grad II vor ⁽⁵⁵⁾

Bei einer sonographisch nachgewiesenen Nierenbeckendilatation und Reduzierung der Nierenfunktion um <40% und oder einen <50% Abfluss des Tracers 20 Minuten nach Furosemid-Gabe wird von einer relevanten Harntransportstörung gesprochen. ⁽⁵⁶⁾ Der Schwellenwert für die betroffene Seite wird von der Arbeitsgemeinschaft für Pädiatrische Nephrologie (APN) und der Deutschen Gesellschaft für Urologie (DGU) bei 45% angesetzt. ⁽⁵⁷⁾

Abb. 2: Abflusskurve einer Nierenfunktionsszintigraphie nach der O'Reilly Klassifikation modifiziert nach Klopfer



In der vorliegenden Studie wird die Einteilung der Abflusskurve nach der O'Reilly Graduierung ⁽⁵⁸⁾ verwendet, dabei wird ein normaler Abfluss bei Grad I beschrieben. Grad II weist eine Abflussbehinderung ohne ein Ansprechen auf Furosemidgabe auf. Grad III a betrifft eine Abflussstörung, welche ausreichend auf Furosemid anspricht und Grad III b bezieht sich auf eine Reduzierung nach Furosemidgabe um weniger als 50%. ⁽⁵⁹⁾ Anhand der O'Reilly Klassifikation kann der Schweregrad der Nierenfunktionsstörung ausgemacht werden. Eine Abflussstörung Grad II oder III b, bedeutet eine deutliche Abflussbehinderung, unter anderem mit Indikation zur Operation.

1.5.3. Miktionszystourethrogramm

Das Miktionszystourethrogramm ist eine weitere diagnostische Maßnahme bei Verdacht auf Vorliegen einer Nierenbeckenabgangsstenose und wird bei Symptomen wie rezidivierende Harnwegsinfekte oder Harnstau veranlasst. Es wird zu den invasiven Primärdiagnostiken gezählt und dient dem Nachweis einer Harntransportstörung, speziell dem vesikoureterorenen Reflux sowie der Beurteilung anatomischer oder funktioneller Störungen der Harnblasenentleerung.

Diese Diagnostik sollte möglichst in einem infektfreien Intervall und eventuell nach prophylaktischer Antibiotikatherapie durchgeführt werden, da die Manipulation am Harntrakt zu einer aufsteigenden Keimverschleppung und somit zu einem Harnwegsinfekt bzw. Pyelonephritis führen kann. Die Eltern sind bei dieser Untersuchung meist dabei und wirken damit beruhigend auf ihr Kind, so dass eine sedierende Maßnahme seltener angewendet werden muss.

Unter sterilen Bedingungen sowie unter Verwendung eines Gleitmittels wird ein Blasenkatheter in die Harnröhre eingeführt. Die Harnblase wird vollständig entleert und der gewonnene Urin kann eventuell bakteriologisch untersucht werden. Unter Durchleuchtungskontrolle wird über den in der Harnblase liegenden Katheter eine Kontrastmittel-Kochsalzlösung in das Hohlorgan gegeben. Bei Harndrangempfinden wird der Katheter bei älteren Kindern entfernt, während bei Neugeborenen und Kleinkindern die Miktion bei liegendem Katheter erfolgt. Es werden Aufnahmen des gesamten Harntraktes in der Füllungsphase, während der Miktion und danach gemacht. Die Aufnahmen nach der Füllungsphase werden begutachtet und die Lage der Harnblase, die Beschaffenheit der Organgrenze sowie das Vorliegen von Fisteln, Descensus und Blasendivertikeln beurteilt. Die Miktionsaufnahmen zeigen entweder einen regulären Kontrastmittelabfluss in die Urethra oder einen retrograden Kontrastmittelfluss. Ein retrograder Kontrastmittelfluss wird als vesikoureterorener Reflux bezeichnet. Dieser wird bezüglich der Ursache in eine primäre und sekundäre Form unterteilt. Der primäre Reflux beinhaltet die angeborene Anlagestörung des ureterovesikalen Übergangs. Die sekundäre Form schließt die neurogene Blasenstörung, die postentzündliche Veränderungen und die intravesikale Obstruktion ein. Es existieren mehrere Klassifikationen, zum einen die von Heikel und Parkkulainen (1966) und zum anderen jene von Dwoskin und Perlmutter (1973).⁽⁶⁰⁾ Die International Reflux Study erarbeitete 1985 aus beiden Klassifikationen eine vereinfachte Einteilung

des Refluxgrades. ⁽⁶¹⁾ Bei erstgradigem Reflux ist das Nierenbecken nicht betroffen. Bei Beteiligung des Nierenbeckens spricht man von einem zweitgradigen Reflux. Eine leichte Erweiterung des Ureters und des Nierenbeckenkelchsystems beschreibt einen drittgradigen Reflux. Ein viertgradiger Reflux liegt bei mäßiger Erweiterung des Ureters und des Nierenbeckenkelchsystems sowie verplumpten Kelchen vor. Bei massiver Dilatation des Ureters und des Nierenbeckenkelchsystems sowie Verlust der papillären Strukturen ist von einem fünftgradigen Reflux auszugehen. Kontrastmittelextravasationen und Restharn in der Harnblase können durch eine abschließende Leeraufnahme diagnostiziert werden.

Der Ausschluss bzw. die Bestätigung eines Reflux, bei gleichzeitig bestehender Nierenbeckenabgangsstenose, ist für die weiteren therapeutischen Maßnahmen von Notwendigkeit.

Abb. 3: Schematische Darstellung der 5 Refluxgrade nach Heikel Parkkulainen ⁽⁶¹⁾
modifiziert von Klopfer

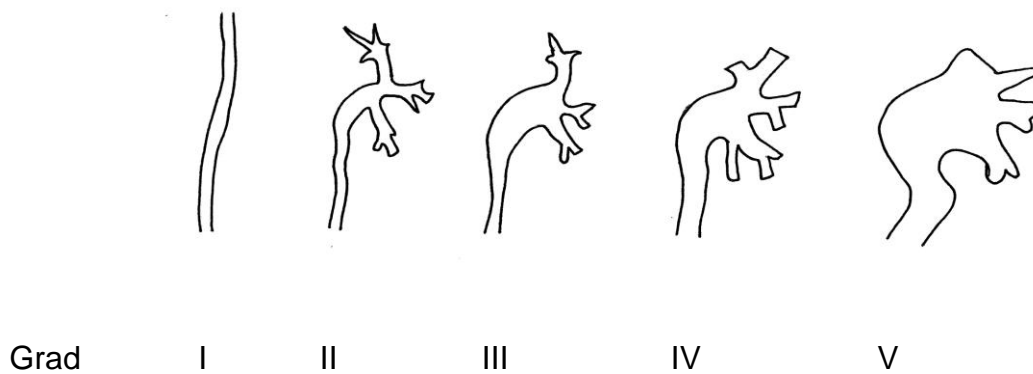
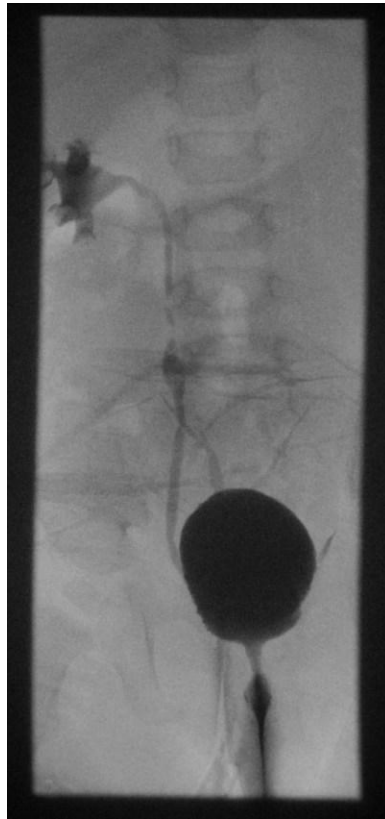


Abb. 4: Miktionszystourethrogramm



Klinischer Fall aus unserer Klinik: 16 Monate altes Mädchen mit einem vesikoureterorenen Reflux in die rechte Niere (⁵⁵)

1.6. Therapie

Die Indikation zur operativen Korrektur der Nierenbeckenabgangsstenose wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Subjektive Beschwerden des Kindes, sonographisch diagnostizierte Nierenbeckenerweiterung, szintigraphisch beschriebene Nierenfunktionseinschränkung und erhöhte Retentionswerte sind einige davon.

Eine Harnstauung niedrigen Grades (I und II Grades) ohne eingeschränkte Nierenfunktion bei subjektivem Wohlbefinden ist nicht therapiebedürftig. Die Nierenentwicklung bei niedriggradigem Harnstau ohne klinische Beschwerdesymptomatik kann durch regelmäßige urologische Kontrollen abgewartet werden. Bildmorphologisch diagnostizierte, höhergradige Harnstauungen (III und IV Grades) stellen unter anderem eine Operationsindikation dar. Eine schwerwiegende Stauungssymptomatik sollte umgehend therapiert werden, da durch einen länger anhaltenden Harnstau die Nierenfunktion relevant und ggf. irreversibel

beeinträchtigt werden kann. Zusätzlich zur Parenchymschädigung besteht bei einer Subpelvinstenose ein erhöhtes Risiko für rezidivierende Pyelonephritiden oder Konkrementbildungen, welche wiederum zu einer weiteren Parenchymschädigung führen können. Erstmaßnahme bei hochgradiger Harnstauung ist eine endoskopisch eingelegte DJ-Schiene bzw. eine Nephrostomie, welche eine temporäre Harnableitung gewährleistet.

Bei Persistenz oder Progredienz der Symptomatik sowie entsprechend der diagnostischen Befunde kann eine kontinuiertätsunterbrechende Pyeloplastik in einem infektfreien Intervall erfolgen. Es bestehen zwei grundsätzlich unterschiedliche Operationsverfahren, offen oder minimal-invasiv.

Eine weitere Operationsmethode ist die antegrade oder retrograde Endopyelotomie. Von dieser Technik hat man sich im Laufe der Jahre distanziert. Sie wird aktuell nicht als Standardtherapie bei Nierenbeckenabgangsenge im Kindesalter verwendet. Ahmed et al. ⁽⁶²⁾ beschrieb 1998 einen deutlichen Unterschied in der Erfolgsrate zwischen der Pyeloplastik und der Endopyelotomie. Die Pyeloplastik konnte mit einer 95,5% versus einer 65%-igen Erfolgsrate der Endopyelotomie klar einen Vorteil aufweisen. Ein weiterer Nachteil der Operationsmethode Endopyelotomie ist die Verwendung von Röntgenstrahlen, welche es besonders bei Kindern so gering wie möglich zu halten gilt.

1.6.1. Geschichte der Nierenbeckenplastik

Im Jahr 1886 wurde durch Trendelenburg ⁽⁶³⁾ die erste plastische Korrektur einer Harnleiterabgangsstenose durchgeführt. Die Niere wurde lateral eröffnet und der Ureter sowie das Nierenbecken wurden bis unterhalb der Stenose inzidiert. Nierenbecken- und Ureterrand wurden daraufhin siphonartig wieder miteinander vernäht. Der operierte Patient verstarb aufgrund postoperativ entstandener Adhäsionen zwischen Kolon und Niere und konsekutivem Ileus.

Fenger veröffentlichte 1892 die von ihm durchgeführte „externe“ Ureteropyeloplastik zur Erweiterung des pyeloureteralen Übergangs. ^(64,65) Diese Methode wurde 1928 von Papin erweitert, indem der Ureter vertikal und parallel zur eigenen Achse langstreckig eröffnet und mit einer umgekehrten V-Naht verschlossen wurde. ⁽⁶⁶⁾ Die „angulare Ureteropyeloplastik“ entwickelte Morris 1898 in Anlehn an das Fenger-Verfahren. ⁽⁶⁷⁾ Kelly spaltete die laterale Ureterseite und die mediale Nierenbeckenwand und verschloss daraufhin beide transversal. ⁽⁶⁸⁾

Das Ziel, die Reduzierung des Nierenbeckenvolumens, verfolgte Albarran, als er 1898 unterhalb des Ureterabgangs das Nierenbecken und Nierenparenchym resezierte. ^(69,70)

Thomson Walker beschrieb 1906, dass bei Vorliegen einer extrinsischen Obstruktion aufgrund eines Gefäßes, die Resektion des Nierenbeckens sowie die Ureterverlagerung weiter kranial der obstruierenden Polgefäße ausreichen um das Volumen zu reduzieren. ⁽⁷¹⁾ Die kreuzenden Unterpolgefäße, als mögliche Ursache für eine Obstruktion, nahm auch Quinby 1923 zur Grundlage für sein Operationsverfahren. Die kleinen aberrierenden Gefäße wurden ligiert, der Ureter am Übergang abgesetzt, mobilisiert und am tiefsten Punkt des Nierenbeckens wieder anastomosiert. ⁽⁷²⁾ 1949 beschrieb Hellström durch die Fixierung der Adventitia des obstruierenden Gefäßes an der Wand des Nierenbeckens die Reduzierung der eventuell daraus entstehenden Nierenbeckenerweiterung. ⁽⁷³⁾

Als eine weitere mögliche Ursache für ein erweitertes Nierenbecken wurde ein erhöhter Sympatikotonus von Harris und Harris 1930 ⁽⁷⁴⁾ und Oldham ⁽⁷⁵⁾ 1950 angenommen. Diese beschrieben eine Nierendeneravierung bei nicht-mechanischer Obstruktion als therapeutisch ausreichend.

1896 dokumentierte Israel eine Nierenbeckenplikatur, welche mittels gesetzten Plikationsnähten an der vorderen, hinteren oder seitlichen Fläche des Nierenbeckens eine siphonartige Form des pyeloureteralen Überganges formte. ⁽⁷⁶⁾ Aufgrund der postoperativen Komplikationen kamen die meisten Operationsverfahren nicht weiter zum Einsatz. Nur die Methoden von Fenger und Küster wurden weiterhin durchgeführt und modifiziert. Im Jahr 1891 wurde die erste kontinuieritätsunterbrechende Pyeloplastik erfolgreich von Küster durchgeführt. ⁽⁷⁷⁾ Die Durchtrennung des Ureters erfolgte unterhalb der Stenose und der strikturfreie Ureter wurde daraufhin an den tiefsten Punkt des Nierenbeckens wieder angenäht. Drainagen dienten dem Anastomosenschutz. Diese Methode wurde 1902 von Krogius, durch eine dreieckig eröffnete Seite des Nierenbeckens und folgender Fixierung des Harnleiters am tiefsten Punkt, modifiziert. ⁽⁷⁸⁾ Das Ziel einer sicheren Anastomose versuchte Cheyne ⁽⁷⁹⁾ 1907 durch Resektion des Nierenbeckenrandes zusammen mit dem Ureterabgang und Anastomosierung an den tiefsten Punkt des Nierenbeckens zu erreichen.

Mynter ⁽⁸⁰⁾ modifizierte 1893 die Operation der pyeloureteralen Anastomose nach Trendelenburg, indem er unter Erhaltung der Kontinuität des Ureters, die „Papille“ vertikal inzidierte und die Ränder von Nierenbecken und Ureter laterolateral miteinander vernähte. Lichtenberg entwickelte diese 1921 durch eine umgekehrte U-förmige Inzision

von Ureter, Ureterabgang und den angrenzenden Nierenbeckenwänden weiter. Die laterolaterale Anastomose erfolgte nach dem Finney-Prinzip. ⁽⁸¹⁾ Der obere Ureterstumpf wurde im Jahr 1935 von Lubasch fischmaulartig getrennt und 3-mal die Nierenbeckenwand am tiefsten Punkt gespalten. Der Ureter wurde anschließend durch die mittlere Inzision gezogen und vernäht. ⁽⁸²⁾ Mittels einer elliptischen Anastomose modifizierte Nesbit ⁽⁸³⁾ 1949 die kontinuieritätsunterbrechende Pyeloplastik nach Küster. Anderson und Hynes ⁽⁸⁴⁾ resezierten im gleichen Jahr das stenosierte Harnleiterstück sowie das erweiterte Nierenbecken. Die Anastomose zwischen Ureterstumpf und Nierenbeckenwand wurde siphonförmig gestaltet. Foley ⁽⁸⁵⁾ bildete nach der Resektion der Ureterstenose aus der medialen Nierenbeckenwand einen dreieckigen Lappen, welcher mit dem Harnleiterstumpf wieder zusammen genäht wurde. Die „kontinuitätsunterbrechende Y-V-Ureteropyeloplastik“ von Sigel et al. ⁽⁸⁶⁾ beinhaltet eine En-bloc-Resektion von Harnleiterenge und Nierenbecken, welche über einen V-förmigen Lappen des Nierenbeckens Z-förmig wieder geschlossen wird.

Schwyzer entwickelte 1916 die erste Y-V-Lappenplastik, welche durch Foley ⁽⁸⁵⁾ in den nachfolgenden Jahren modifiziert wurde. Culp und de Weerd ⁽⁸⁷⁾ hielten ihre 1951 veröffentlichte Spirallappenpyeloplastik für eine gute Alternative. Die Methode einer vertikalen Lappenplastik wurde 2 Jahre später von Scardino und Prince ⁽⁸⁸⁾ publiziert.

Den Grundstein in der Endourologie im Bereich der Ureteroperation legte Albarran 1909 durch die „Ureterotome externe“- die erste offene Endopyelotomie. ⁽⁷⁰⁾ Mit Hilfe des von Davis 1943 beschriebenen Modells des „intubated ureterotomy“ konnte das Prinzip der Endopyelotomie dargestellt werden. ⁽⁸⁹⁾ Ramsey beschrieb im Jahr 1983 erstmals die antegrade perkutane Endopyelotomie. ⁽⁹⁰⁾ Kadir veröffentlichte 1982 die erste erfolgreiche retrograde Ballondilatation einer Harnleiterabgangsstenose. ⁽⁹¹⁾ Die Korrektur der Harnleiterabgangsstenose mittels Endoskopie kann zum einen antegrad oder retrograd durchgeführt werden.

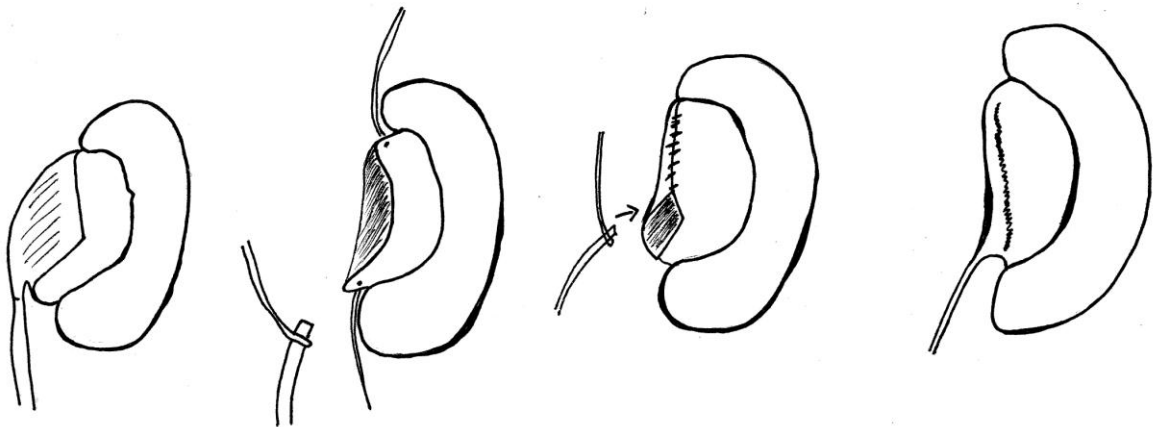
Das laparoskopische Verfahren der Pyeloplastik wurde erstmals 1993 von Schüssler et al. ⁽⁹²⁾ und von Kavoussi et al. ⁽⁹³⁾ durchgeführt. Diese minimal-invasive Technik kann über verschiedene Durchführungsarten klassisch oder roboterassistiert erfolgen. ⁽⁹⁴⁾ Die stetige Weiterentwicklung der Laparoskopie sowie die vielversprechenden Langzeitergebnisse der laparoskopisch durchgeführten Nierenbeckenplastiken bewirken in einigen Kliniken die Platzierung der minimal-invasiven Pyeloplastik an erste Stelle.

1.6.2. Offene Pyeloplastik nach Anderson – Hynes

Der Patient wird in Seitenlage positioniert und der Operationstisch auf Lendenhöhe der erkrankten Niere eingeknickt, so dass eine Streckung der Seite resultiert. Die Lagerung des oben liegenden Armes ist auf evtl. Druckschäden verursachende Objekte zu prüfen und mit Gelmatten abzusichern, eine Plexusschädigung durch übermäßige Streckung im Schultergelenk ist zu vermeiden.

Als Zugangswege gibt es die dorsale Lumbotomie und den lumbalen Flankenschnitt. Nach der entsprechenden Lagerung des Patienten wird das Operationsgebiet desinfiziert und unter sterilen Bedingungen abgedeckt. Es erfolgt ein Flankenschnitt nach Bergmann-Israel. Die Muskulatur wird durchtrennt, frei präpariert und die Fettkapsel der Niere eröffnet. Der Harnleiter wird aufgesucht und angeschlossen, eine extrinsische Ursache z.B. ein aberrierendes Polgefäß könnte nun als auslösender Faktor bestimmt werden. Der pyeloureterale Übergang wird freipräpariert und es werden Haltefäden am proximalen Harnleiter sowie am Nierenbecken angebracht. Nachfolgend wird der Harnleiter abgesetzt. Das dilatierte Nierenbecken wird eröffnet und bis auf einen 1,5 cm großen Nierenbeckenrand sowie den stenotischen Teil des Harnleiters reseziert. Der Ureter wird gespalten und ein Pigtailkatheter eingelegt. Anschließend wird der pyeloureterale Übergang neu konstruiert, wobei ein kaudaler Lappen des Nierenbeckens gebildet wird und dieser mit dem Ureter adaptiert wird. Danach folgt der fortlaufende Verschluss des Nierenbeckens. Nach Sicherstellen der Bluttrockenheit können die Fettkapsel sowie die Bauchdecke evtl. unter Einlage einer Wunddrainage schichtweise verschlossen werden. Zum Schluss wird ein steriler Verband angelegt.

Abb. 5: Pyeloplastik nach Anderson-Hynes (⁸⁴) modifiziert von Klopfer



präoperative
Darstellung des
Nierenbeckens mit der
Nierenbeckenabgangs-
enge und dem
dilatierten
Nierenbecken

angeschlungener
Harnleiter und
eröffnetes
Nierenbecken mit
Reduktion dessen

Beginn der
Nierenbeckennaht
und Implantation
des Harnleiters

postoperative
Darstellung des
Nierenbeckens (DJ
in situ-hier nicht
dargestellt)

1.6.3. Laparoskopische Pyeloplastik nach Anderson - Hynes

Die laparoskopische Nierenbeckenplastik ist seit Einführung im Jahre 1993 (⁹²) eine immer stärker gefragte Alternative zur konventionell-offenen Therapie. Es gibt zwei unterschiedliche Zugangswege, retroperitoneal oder transperitoneal. Beide Arten haben ihre Vor- und Nachteile. Von retroperitoneal besteht ein geringeres Platzverhältnis und von transperitoneal ein erhöhtes Risiko von Verletzungen innerer Organe. Die Wahl des Zugangsweges ist von der Erfahrung des Operateurs abhängig. In dieser Arbeit wurde nur die transperitoneale Technik berücksichtigt.

Der Patient wird in Flankenlage gebracht und aufliegende Körperflächen mit Gelmatten geschützt. Das OP-Gebiet wird unter sterilen Kautelen desinfiziert und abgedeckt. Nach Umbilikalinzision wird eine Veress-Nadel eingeführt und ein Pneumoperitoneum aufgebaut. Ein Optik-Trokar wird eingebracht, so dass unter Sicht zwei weitere Arbeitstrokare in den Ober- und Mittelbauch eingeführt werden können. Das Colon wird nach medial ab präpariert, die Niere identifiziert und der untere Nierenpol dargestellt.

Der Harnleiter wird aufgesucht und nach einer möglichen extrinsischen Ursache geschaut. Dieser wird nun unterhalb der Stenose durchtrennt und das Nierenbecken reseziert. Ein Pigtailkatheter kann in den Ureter eingelegt werden, falls dies nicht schon bei einer direkt präoperativen Zystoskopie mit retrograder DJ-Einlage erfolgt ist. Anschließend wird die Anastomosierung am tiefsten Punkt des Nierenbeckens mit dem gespaltenen Harnleiter durchgeführt. Bei Bluttrockenheit können die Arbeitstrokare unter Sicht entfernt und die Trokareintrittsstellen vernäht werden. Das Pneumoperitoneum wird über die Umbilikalinzision abgelassen und diese durch eine mehrschichtige Naht verschlossen. Anschließend wird ein steriler Verband angelegt.

1.6.4. postoperative Komplikationen

Es wird angestrebt die Operation in einem infektfreien Intervall durchzuführen. Fieber, Harnwegsinfektionen oder Pyelonephritiden sind mögliche postoperative Komplikationen. Des Weiteren sind als Minor-Komplikationen Schmerzen sowie Übelkeit und Erbrechen zu erwähnen. Bei der Pyeloplastik besteht besonders für den Harnleiter die Gefahr, dass dieser aufgrund der neuen Anastomosierung postoperativ fibrotisch stenosierte, bzw. ein Urinom als Folge einer Anastomoseninsuffizienz entstehen kann. Durch die intraoperative Einlage einer DJ-Schiene wird das Risiko für diese Komplikation minimiert. Eine Harnleiterstenose könnte erst bei Entfernung der Harnleiterschiene beobachtet werden. Bei intraoperativer Gefäßverletzung bzw. nicht ausreichender Blutstillung besteht die Möglichkeit einer Hämatomentwicklung, welches je nach Ausprägungsgrad symptomatisch oder asymptomatisch sein kann. Die sonographischen Kontrollen in der postoperativen stationären Phase haben große Bedeutung zur Früherkennung der genannten Komplikationen. Freie Flüssigkeit bzw. Hämatomkonfigurationen lassen sich sonographisch schnell erkennen. Entsprechend dieser Komplikationen erfolgt deren weitere Behandlung z.B. durch adäquate Analgesie oder Antiemetikagabe, Revisions-Operation oder Interventionen wie CT-gestützter Drainageanlage.

1.6.5. postoperative Kontrolle unserer Patienten

Den Patienten wurde nach einer erfolgten Nierenbeckenplastik eine Angliederung an die kinderurologische oder kinderchirurgische Poliklinik der Charité empfohlen. Auf Grund der bekannten Umgebung, des Ablaufes und des konstanten Personals bewirkt die Anbindung an unser Haus eine starke Vertrauensentwicklung der Kinder und Eltern. Die Patientenakten sind in der Poliklinik dem Personal vor Ort schnell zugänglich und die Nachkontrolle wird meist durch konstantes Personal durchgeführt, welches die interobserver-Variabilität minimiert. Des Weiteren schaffen die oben genannten Aspekte ein gutes Arzt-Patienten-Verhältnis, welches für Kinder besonders wichtig ist.

Die Entfernung der intraoperativ eingelegten DJ-Schiene zum temporären Anastomosenschutz erfolgte nach ca. 6 bis 8 Wochen. Die Kinder wurden dazu in die Klinik bestellt und die Schiene nach unauffälliger retrograder Ureterorenographie der betroffenen Seite entfernt.

Durch regelmäßige Kontrolluntersuchungen konnte der operative Erfolg über die Zeit beurteilt werden. Diese Nachkontrolle beinhaltet Anamnese und klinische Untersuchung bei jeder Vorstellung des Patienten, des Weiteren Sonographie nach 3, 6 und 12 Monaten, Nierenfunktionsszintigraphie nach 6-12 Monaten sowie die postoperative Retentionswertbestimmung. Bei komplikationsreichem Verlauf oder nicht zufriedenstellenden Ergebnissen wurden die Untersuchungen in einem kürzeren Abstand und über einen länger anhaltenden Zeitraum durchgeführt.

2. Zielstellung

Ziel dieser Arbeit ist ein objektiver Vergleich von präoperativen und postoperativen Ergebnissen zweier unterschiedlicher Operationsverfahren (laparoskopisch versus offen) zur Korrektur einer Nierenbeckenabgangsstenose. Anhand der evaluierten Befunde soll das optimale operative Verfahren für Kinder mit einer Harnleiterenge herausgestellt werden.

Folgende Fragen sollten in dieser Arbeit beantwortet werden:

1. *Bestehen bei der laparoskopischen Operationstechnik intraoperative Vorteile? Sind perioperativ Unterschiede zwischen den beiden Techniken aufgetreten?*
2. *Ist bei der konventionell-offenen Operationstechnik mit einer höheren Komplikationsrate zu rechnen?*
3. *Besteht nach der Pyeloplastik bei Kindern unabhängig vom jeweiligen Operationsverfahren Beschwerdefreiheit?*
4. *Sind zwischen offener und laparoskopischer Pyeloplastik Unterschiede bei den postoperativen Ergebnissen zu erkennen?*

3. Patienten und Methodik

Die vorliegende Arbeit zur primären Nierenbeckenplastik bei Kindern ist eine retrospektive, nicht randomisierte Kohortenstudie über einen Zeitraum von 10 Jahren. Im Sommer 2009 wurden mittels der hausinternen Datenbank alle Kinder erfasst, die von April 1999 bis Oktober 2009 an der urologischen Klinik der Charité Berlin mit einer Nierenbeckenplastik-Kodierung dokumentiert waren. 182 Kinder der 197 gelisteten Patienten erhielten eine primäre Nierenbeckenplastik. Es wurden 17 Kinder ausgeschlossen. Bei ihnen wurde entweder keine Operationsindikation gestellt oder sie unterzogen sich im vorliegenden Zeitraum einer Sekundäroperation im Hause. Aufgrund mangelnder Dokumentation mussten zwei Patienten nachträglich von der Auswertung ausgeschlossen werden.

Die vorliegende Dissertation untersucht somit 178 Kinder im Alter von 0 bis 18 Jahren, die im Zeitraum von 1999 bis 2009 eine primäre operative Versorgung einer Nierenbeckenabgangsstenose erhielten. Die Kinder wurden unabhängig ihres Geschlechtes, Alters oder sonstigen Vorerkrankungen in diese Untersuchung einbezogen. Die zu bewertenden Befunde wurden aus der entsprechenden hausinternen Datendokumentation entnommen. Die Patientendokumentation wurde bezüglich präoperativen, perioperativen und postoperativen Charakteristika ausgewertet. Die präoperative Diagnostik schließt die sonographische Bewertung des Nierenbeckens, Befunde der Nierenfunktionsszintigraphie, klinische Symptomatik und die Retentionswerte in die weitere Betrachtung ein. Diese einzelnen Parameter wurden auch postoperativ näher beleuchtet, miteinander verglichen und statistisch dargestellt. Das perioperative Augenmerk wurde auf die Hospitalisationszeit, die Operationsdauer, den Schmerzmittelverbrauch und die Komplikationen sowie deren Auswirkung auf die weitere Behandlung gelegt.

Eine vollständige Auswertung der postoperativen Untersuchungsergebnisse aller Patienten gestaltete sich langwierig, da nicht alle Kinder an der urologischen Poliklinik der Charité postoperativ angebunden waren. Es wurden 144 Patienten in der urologischen Poliklinik über einen unterschiedlich langen Zeitraum betreut. Die durchschnittliche postoperative Nachuntersuchungsdauer lag bei 29,8 Monaten (0-120). Einem Teil der Patienten war die weitere Nachsorge in unserem Haus auf Grund der Distanz zum Heimatort nicht möglich. Die postoperative Betreuung der bei uns nicht angegliederten Kinder wurde den einweisenden Kollegen nahegelegt.

Zur möglichen Vervollständigung der Datenlage wurden im Sommer 2011 die Eltern der 176 Patienten mit einem im Anhang befindlichen Anschreiben kontaktiert. Wir erhielten daraufhin 44 Antworten. 48 Briefe wurden aufgrund der Unzustellbarkeit zurück gesandt. Diese eruierten Daten werden im deskriptiven Teil der vorliegenden Arbeit erwähnt.

Die evaluierten Ergebnisse wurden in das IBM SPSS Statistics 22 Programm konfiguriert und statistisch mit dem Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test und dem Mann Whitney U Test ausgewertet. Ferner wurden die kontinuierlichen Daten mit einem zweiseitigen T-Test beurteilt. Ein $p\text{-Wert} \leq 0,001$ entspricht einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 1‰ und somit einem hohen Signifikanzniveau.

Aufgrund der Altersunterschiede der Kinder wird zunächst im folgenden Abschnitt eine Deskription der Ergebnisse des Gesamtkollektivs dargestellt. Für die weitere statistische Auswertung erfolgte ein Matching. Die 35 LNBP-Patienten wurden jeweils einem passenden Kind mit Therapie mittels ONBP zugeteilt und dies mit Hilfe des Propensity-Score (PS) statistisch beurteilt. Der PS ermöglicht ungleiche Kohorten durch Matching in Bezug auf bestimmte Variablen besser vergleichbar zu machen. Das hier vorliegende Matching basiert auf den Variablen Alter, Gewicht, Geschlecht und dem O'Reilly Grad der Nierenfunktion. Mittels Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test wurden die kategorisierten und mit Hilfe des Mann Whitney U Test die kontinuierlichen Variablen (Alter, Gewicht, Operationsdauer, Krankenhausaufenthalt, Nachbeobachtungszeit) verglichen.

4. Ergebnisse:

4.1. Ergebnisse aller Patienten

Es wurden 35 laparoskopische und 143 offene Nierenbeckenplastiken an Kindern in der Charité in einem Zeitraum von 1999 bis 2009 durchgeführt. Keine der primär laparoskopisch geplanten Operationen musste zur offenen Technik konvertiert werden. Die männlichen Patienten stellten mit insgesamt 61,8% den Hauptanteil des Patientengutes dar. In Bezug auf die Geschlechterverteilung besteht ein Unterschied in den zwei Kohorten. So waren 34% der ONBP-Kinder und 54% der LNBP-Kinder weiblich. Das mittlere Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation lag bei 4,1 Jahren, das jüngste Kind war 3 Tage und das älteste Kind war 17 Jahre alt. Insgesamt waren 80 Kinder jünger als ein Jahr, 25 Kinder älter als 10 Jahre und 73 Kinder befanden sich in der Alterskategorie zwischen 1 und 10 Jahren. Die laparoskopisch operierten Patienten waren im Mittelwert 11 Jahre alt, wobei das Durchschnittsalter der ONBP-Gruppe bei 2,4 Jahren lag. Ein 2 Tage alter Junge und ein 17,1 Jahre alter Junge stellten die Altersgrenzwerte der offen operierten Patienten dar. Aus der LNBP-Kohorte sind die Alter 4,3 Jahre und 17,2 Jahre zu vermerken. Am Operationstag betrug das durchschnittliche Körpergewicht 18,2 kg. In der ONBP-Kohorte ist der Mittelwert mit 12,6 kg deutlich geringer als in der LNBP-Kohorte mit 41,1 kg. Mit 2,4 kg war ein 11 Tage altes Mädchen die leichteste Patientin der offen operierten Patienten und ein 13 Jahre alter Junge stellte mit 78 kg den kräftigsten Patienten der LNBP-Gruppe dar. Die linke Niere war insgesamt mit 58% häufiger betroffen als die rechte Seite. Der Retentionsparameter Kreatinin wurde bei 107 Kindern präoperativ bestimmt und wies bei 10 Kindern einen erhöhten Wert auf. Eine Nierenbeckenerweiterung ist präoperativ sonographisch bei 97% der Patienten bestätigt wurden. Ferner sind folgende Werte bezüglich der präoperativen Nierenfunktionsszintigraphie zu erwähnen; 93 Patienten mit O'Reilly Grad II, 39 Patienten mit O'Reilly Grad III b. Bei 30 Kindern wurde in der präoperativen Diagnostik keine Szintigraphie durchgeführt.

Tabelle 1: Präoperative Patientencharakteristika der Gesamtkohorte:

Variable	ONBP N=143	LNBP N=35	Gesamt N=178	P-Wert
Alter in Jahren				<0,001**
Median (IQR)	0,8 (0,2-2,9)	10,7 (8,1-13,8)	1,3 (0,3-7,3)	<0,001***
Mean (Range)	2,4 (0-17,1)	11,0 (4,3-17,2)	4,1 (0-17,2)	
Geschlecht, n (%)				0,034*
männlich	94 (65,7%)	16 (45,7%)	110 (61,8%)	
weiblich	49 (34,3%)	19 (54,3%)	68 (38,2%)	
Gewicht in kg				<0,001**
Median (IQR)	8,8 (5,5-13,8)	41,0 (27,3-51)	10,2 (6,4-26,7)	<0,001***
Mean (Range)	12,6 (2,4-67)	41,1 (17,2-78)	18,2 (2,4-78)	
Sonographie, n (%)				<0,001*
NB erweitert	142 (99,3%)	31 (88,6%)	173 (97,2%)	
nicht erweitert	1 (0,7%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	
nicht beurteilbar	0 (0,0%)	4 (11,4%)	4 (2,2%)	
O'Reilly, n (%)				0,097*
I	1 (0,7%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	
II	81 (56,6%)	12 (34,3%)	92 (52,0%)	
III a	9 (6,3%)	5 (14,3%)	14 (7,9%)	
III b	30 (21,0%)	9 (25,7%)	40 (22,6%)	
nicht durchgeführt	22 (15,4%)	9 (25,7%)	30 (16,9%)	
Kreatinin in mg/dl, n (%)				0,101*
Normbereich'	42 (29,4%)	5 (14,3%)	47 (26,4%)	
unterhalb	35 (24,5%)	15 (42,9%)	50 (28,1%)	
oberhalb	9 (6,3%)	1 (2,9%)	10 (5,6%)	
nicht erfolgt	57 (39,9%)	14 (40,0%)	71 (39,9%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik;
NB – Nierenbecken; 'Kreatininnormbereich abhängig von Alter

* Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann-Whitney U Test; *** T-Test

Alle Patienten erhielten intraoperativ eine antibiotische Abschirmung. Sechs Kinder wurden mit einem β -Laktam-Antibiotikum, zwei Kinder mit einem Fluorchinolon und 170 Kinder mit einem Cephalosporin behandelt. Bei kleinen Anzeichen eines Harnwegsinfektes wurde bereits präoperativ mit einer Antibiotikatherapie begonnen.

Die Operationsdauer der offen durchgeführten Nierenbeckenplastik wurde mit einem Mittelwert von 135 Minuten vermerkt, rund 100 Minuten länger benötigte die laparoskopische Technik. Die verschiedenen laparoskopischen Operateure benötigten für die Operation 140 bis maximal 385 Minuten, hingegen 60 bis maximal 295 Minuten die offen chirurgisch tätigen Kollegen. Der Mittelwert der Krankenhausaufenthaltsdauer lag bei 14 Tagen, LNBP Kinder verweilten im Durchschnitt 5 Tage kürzer im stationären Bereich. Die längste stationäre Betreuung hatte ein Junge mit insgesamt 45 Tagen, wobei dieser nach Pyeloplastik der rechten Niere auch eine ONBP der kontralateralen Seite erhielt, was die deutlich verlängerte Hospitalisation erklärt. 4 Tage betrug die kürzeste dokumentierte Aufenthaltszeit für beide Kohorten. Die Menge des Blutverlustes während der Operation war vernachlässigungsmäßig gering. Es wurde bei keinem Patienten Hämoglobinabfälle verzeichnet und somit waren keine Transfusionen notwendig.

Tabelle 2: Operative Charakteristika der Gesamtkohorte:

Variable	ONBP N=143	LNBP N=35	Gesamt N=178	P-Wert
Seite, n (%)				1,000*
rechts	60 (42%)	14 (40%)	74 (41,6%)	
links	83 (58%)	21 (60%)	104 (58,4%)	
OP-Dauer, in min				
Median (IQR)	130 (127,7-143,6)	232,5 (170-290)	150 (145,4-165,6)	<0,001**
Mean (Range)	135,7 (60-295)	236,2 (140-385)	155,5 (60-385)	<0,001***
Analgetika, n (%)				0,374*
ja	126 (88,1%)	33 (94,3%)	159 (89,3%)	
nein	17 (11,9%)	2 (5,7%)	19 (10,7%)	
Krankenhausaufenthalt, D				<0,001**
Median (IQR)	14 (12-17)	8 (6-13)	13 (9-17)	<0,001***
Mean (Range)	15,3 (4-45)	10,2 (4-38)	14,3 (4-45)	
Clavien, n (%)				0,031*
II	27 (18,9%)	12 (34,3%)	39 (21,9%)	
III b	5 (3,5%)	3 (8,6%)	8 (4,5%)	
keine	111 (77,6%)	20 (57,1%)	131 (73,6%)	
Major-Komplikation, n (%)				0,224*
Urinom	2 (1,4%)	1 (2,9%)	3 (1,7%)	
andere	3 (2,1%)	2 (5,7%)	5 (2,8%)	
keine	138 (96,5%)	32 (91,4%)	170 (95,5%)	
Minor-Komplikation, n (%)				0,056*
Fieber	14 (9,8%)	4 (11,4%)	18 (10,1%)	
Schmerzen	8 (5,6%)	7 (20,0%)	15 (8,4%)	
Übelkeit/Erbrechen	2 (1,4%)	2 (5,7%)	4 (2,2%)	
HWI	3 (2,1%)	1 (2,9%)	4 (2,2%)	
keine	116 (81,1%)	21 (60%)	137 (77,1%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik; HWI – Harnwegsinfektion; D-Tage; Clavien: II leichte Komplikationen, die einer medikamentösen Intervention, Bluttransfusion oder parenteralen Ernährung bedürfen; III b Komplikationen, bei denen eine chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention mit Vollnarkose notwendig ist

* Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann Whitney U Test; *** T-Test

Die Komplikationsrate zeigte sich bei beiden Techniken ähnlich niedrig. Als Major-Komplikation wurden Urinom/Anastomoseninsuffizienz und andere definiert. Ein Urinom wurde bei zwei der offen operierten Kinder und bei einem laparoskopisch operierten Kind festgestellt. Unter der Kategorie andere Major-Komplikationen wurden zwei Harnleiterstenosen mit konsekutiver Harnstauung sowie eine dislozierte Harnleiterschleife bei ONBP-Patienten gezählt, außerdem zwei Harnstauungen und eine Sepsis bei den laparoskopisch operierten Kindern. Insgesamt wurden bei 95,5% der Patienten keine Major-Komplikationen dokumentiert. Fieber, Schmerzen, Nausea und Emesis sowie Harnwegsinfekte bezeichnen in dieser Arbeit die Minor-Komplikationen. 14 (40%) LNBP Kinder gaben postoperativ Minor-Symptome an, wobei auch 27 (18,9%) Kinder der offenen Technik diese Symptome beklagten. 77% des Patientenkollektivs verspürten keine Minor-Symptomatik. Analgetika (Paracetamol, Metamizol oder Piritramid) wurden 89% aller Kinder verabreicht, 94% der LNBP- und 88% der ONBP-Patienten erhielten diese postoperativ.

Abb. 6: Minor-Komplikationen des Gesamtkollektivs

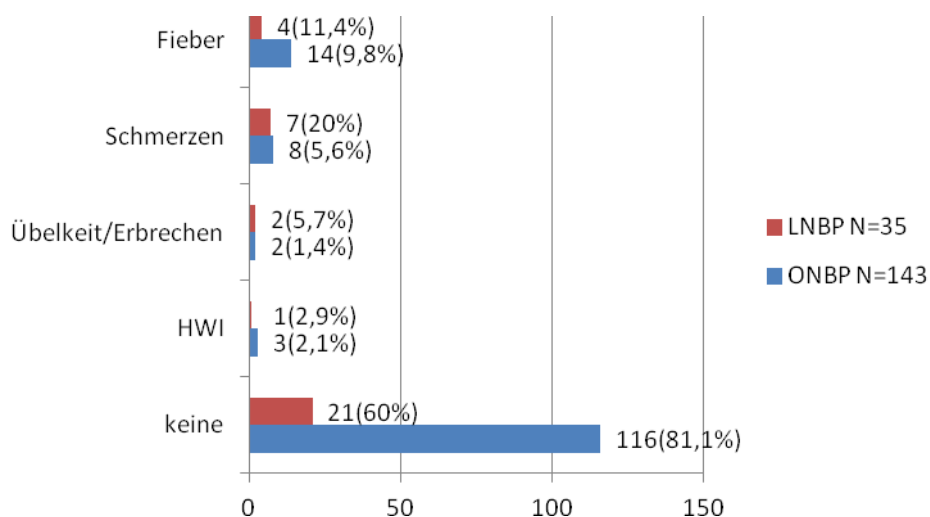
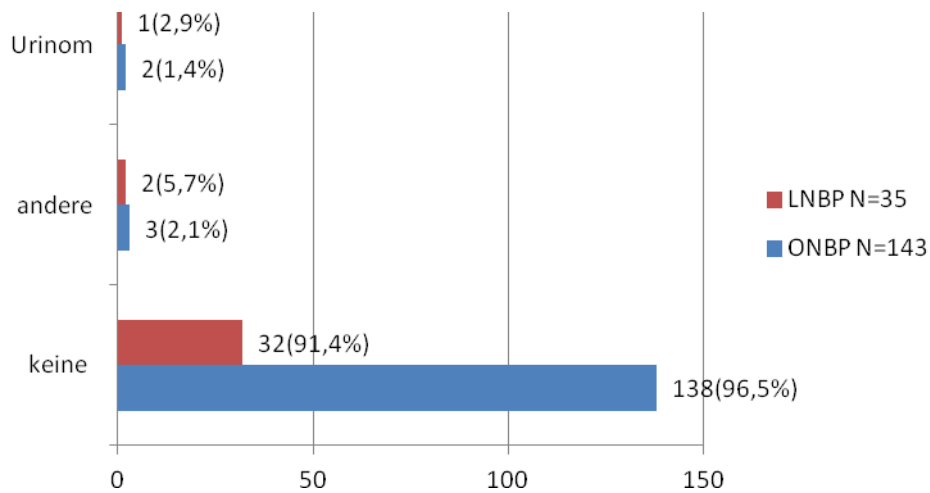


Abb. 7: Major-Komplikationen des Gesamtkollektivs



Bei der Kategorisierung der postoperativen Komplikationen nach Clavien ⁽⁹⁵⁾ also während des stationären Aufenthaltes konnten nur Grad II und Grad III b in dieser Arbeit berücksichtigt werden. Grad I – Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Intervention - waren im Rahmen der retrospektiven Arbeit dokumentarisch nicht erkennbar. Clavien Grad III a konnte nicht beurteilt werden, da bei den Komplikationen für die eine chirurgische Intervention von Nöten war auch eine Narkosenotwendigkeit bestand. Grad IV und V, lebensbedrohliche Komplikationen oder sogar Tod durch Komplikationen, wurden bei keinem der Patienten verzeichnet.

Insgesamt erbrachte die Clavienkategorisierung bei 74% der Patienten keine Komplikationen. 38 Kinder wurden durch eine zusätzliche medikamentöse Therapie von Schmerzen, Übelkeit oder Harnwegsinfektion postoperativ behandelt. Während des stationären Aufenthaltes erhielten acht Kinder eine Folgeoperation unter Vollnarkose. Die Beurteilung der Re-Interventionen ist abhängig von der Zeit zur Operation. Es wurde eine Unterteilung in Bezug auf die Hospitalisation durchgeführt. Dies ist in Tabelle 4 strukturiert dargestellt.

Die Clavienklassifikation zeigte einen signifikanten Unterschied ($p=0,031$) zwischen den beiden Gruppen. 12 LNBP-Kinder (34,3%) wurden in die Gruppe II eingestuft, während nur 27 ONBP-Kinder (18,9%) in diese Kategorie fielen. Insgesamt wurden bei 84,8% der Kinder keine erneute Operation oder Intervention während des

Beobachtungszeitraumes durchgeführt. 13 Patienten erhielten postoperativ eine Harnleiterschleife bzw. eine Nephrostomie aufgrund eines erneuten Harnstaus, Nachweis freier Flüssigkeit oder progredienter Schmerzen. Wobei nur vier DJ/PNS während des stationären Aufenthaltes eingelegt wurden, diese bei drei LNBP-Patienten (8,6%) und bei einem ONBP-Patienten (0,7%). 95,5% aller Kinder benötigten während des Krankenhausaufenthaltes keine erneute Intervention. Absolut wurde bei acht ONBP-Kindern (5,6%) mittels offener Technik erneut eine Pyeloplastik durchgeführt. Während der Hospitalisation wurden drei Kinder (2,1%) revidiert, davon ein Junge bereits am ersten postoperativen Tag bei infiziertem Urinom. Die anderen zwei Patienten erhielten aufgrund einer Stenose mit Harnstau sekundär eine offene Pyeloplastik. Zwei weitere Kinder wurden innerhalb eines Jahres, zwei innerhalb von zwei Jahren und ein Mädchen wurde 36 Monate nach Primäroperation an der betroffenen Niere aufgrund erneuter Schmerzsymptomatik und Harnstau operativ versorgt. Unter dem Aspekt andere Interventionen erhielten zwei Kinder nach der Pyeloplastik eine Steinsanierung der jeweils operierten Niere. Mittels Ureterorenoskopie oder offener Pyelotomie wurden innerhalb von einem Monat nach der primären Pyeloplastik die Konkremente problemlos entfernt. Bei weiteren vier Kindern wurde im Rahmen der Nachbetreuung eine Ureterozystoneostomie der betroffenen Seite postoperativ dokumentiert.

Abb. 8: Gesamt-Re-Interventionen des Gesamtkollektivs

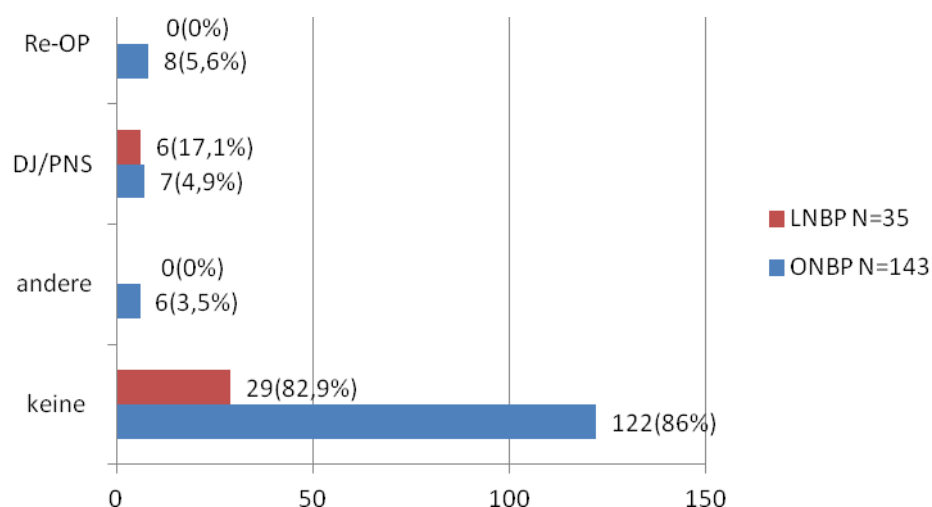
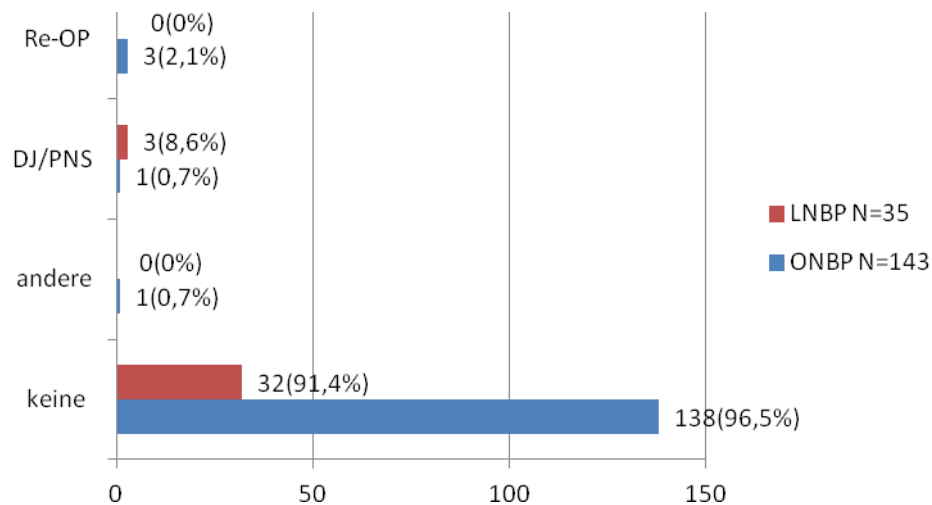


Abb. 9: Re-Intervention während der Hospitalisation des Gesamtkollektivs



Die Patienten wurden von unserer urologischen Poliklinik im Durchschnitt 29 Monate (0-120) nachbetreut, wobei 33 der 178 Kinder nicht vor Ort angegliedert waren. Die längste zum Zeitpunkt der Datenaufnahme für die hier vorliegende Arbeit dokumentierte postoperative Nachbetreuung lag bei 10 Jahren.

Die Bestimmung des postoperativen Kreatininwertes wurde bei 55% der Patienten durchgeführt. Jeweils ein Kind pro Kohorte wies einen leicht erhöhten Kreatininwert auf ($p=0,001$). Im Vergleich zur präoperativen Diagnostik stellt dies eine Verbesserung dar, da präoperativ insgesamt 10 Kinder (5,6%) einen erhöhten Wert zeigten, wobei die präoperative Labordiagnostik nur bei 60% der Kinder in domo durchgeführt wurde. Eine sonographische Beurteilung des Operationsergebnisses war bei 80% der Kinder möglich. Die anderen Patienten konnten aufgrund eines fehlenden präoperativen oder postoperativen Befundes nicht beurteilt werden. Dabei haben sich die ONBP-Patienten aus sonographischer Betrachtung verbessert, zwei der laparoskopisch operierten Kinder (5,7%) konnten keine Verbesserung vorweisen ($p=0,001$). 107 Patienten (60%) erhielten postoperativ keine oder eine objektiv nicht beurteilbare Nierenfunktionsszintigraphie. 25 von den 71 (35,2%) untersuchten Kindern wiesen einen O'Reilly Grad II und III b auf. Im Vergleich zu den präoperativen Daten kann von einer Verbesserung gesprochen werden. Präoperativ wurde bei 132 von 148 Patienten (89,2%) ein Grad II oder III b O'Reilly beschrieben. Eine nähere Betrachtung des FSG im prä- und postoperativen Vergleich stellt folgende Tabelle dar.

Tabelle 3: Vergleich O'Reilly Grad

präoperativer O'Reilly Grad	postoperativer O'Reilly Grad	Anzahl, N Gesamt N=71 (%)
II	I	10 (14,1%)
III b	I	5 (7,0%)
III a	I	2 (2,8%)
II	III a	16 (22,5%)
III b	III a	5 (7,0%)
II	III b	9 (12,7%)
II	II	10 (14,1%)
III b	III b	4 (5,7%)
nicht vergleichbar		10 (14,1%)

Bei 14 Patienten (19,7%) zeigte sich keine szintigraphische Befundveränderung. Zehn Kinder (14,1%) konnten nicht verglichen werden, da entweder die präoperative oder die postoperative O'Reilly Graduierung fehlte. Eine deutliche Befundverbesserung ist bei 47 Patienten (66,2%) zu vermerken.

Der Vergleich zur präoperativen Diagnostik bezüglich Sonographie und Nierenfunktion zeigt insgesamt bei 82,6% der Patienten eine Verbesserung ($p=0,001$). Dies konnte bei einem ONBP-Kind (0,5%) nicht bestätigt werden. Als Bewertungsgrundlage für diese Kategorie wurde jeweils eine Gesamtverbesserung dem Patienten zugeschrieben, welcher postoperativ sonographisch oder funktionsszintigraphisch ein verbessertes Ergebnis im Vergleich zum präoperativen Befund aufwies. Aufgrund fehlender Daten in der LNBP-Kohorte kann die Rate der Gesamtverbesserung dieser Kohorte mit nur 57,1% gewertet werden.

Abb. 10: präoperativer O'Reilly Grad des Gesamtkollektivs

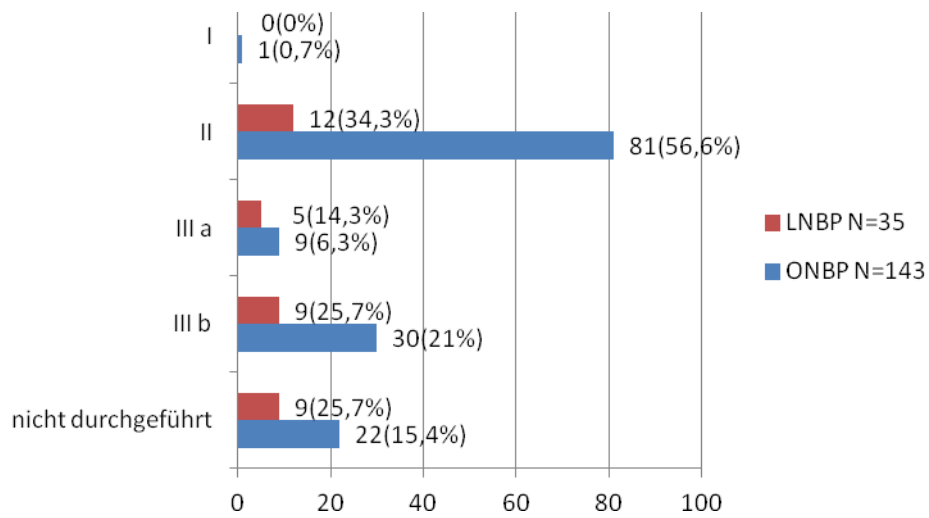


Abb. 11: postoperativer O'Reilly Grad des Gesamtkollektivs

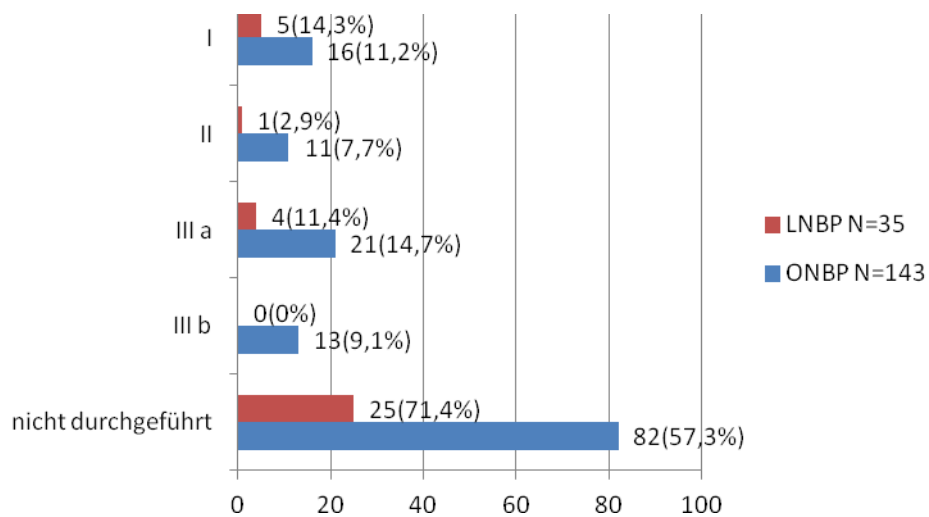
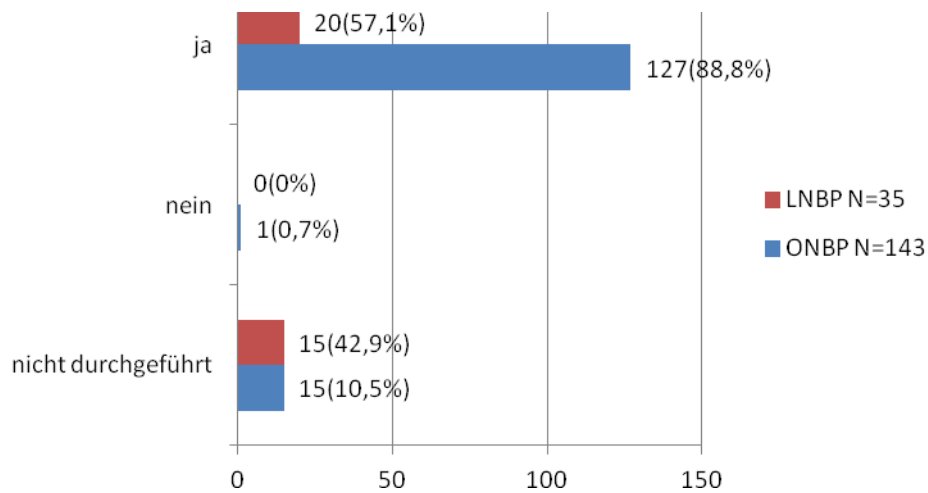


Abb. 12: Gesamtverbesserung des Gesamtkollektivs



Zur weiteren Beurteilung des postoperativen Ergebnisses wurde ein Fragebogen erstellt, welcher im Anhang aufgeführt ist. 44 Patienten bzw. deren Eltern antworteten auf diesen und 48 von 178 Briefen kamen als unzustellbar retour. Der Fragebogen ist aufgrund der niedrigen Teilnahmerate sowie der subjektiven Beantwortung der Fragen statistisch nicht verwertbar, so dass die erhobenen Aussagen hier nur deskriptiv erwähnt werden. Alle Kinder fühlten sich zum Zeitpunkt der Befragung wohl und sind mit dem operativen Ergebnis zufrieden. Sportliche Einschränkungen wurden von zwei der offen operierten Kindern erwähnt. Diese könnten Fußball sowie Bauchmuskelttraining nur bedingt durchführen. Bezüglich der Narbensituation empfinden sieben Patienten diese als störend. Keines der Kinder musste erneut an der betroffenen Niere operiert werden. Sechs Kinder verspürten noch postoperative Schmerzen und jeweils eine PN und ein HWI traten nachstationär auf.

Tabelle 4: Follow-up Daten der Gesamtkohorte:

Variable	ONBP N=143	LNBP N=35	Gesamt N=178	P-Wert
Nachbeobachtungszeit, in Monate				<0,001**
Median (IQR)	26 (9-46)	3 (9,5-45,5)	20 (3-69,3)	<0,001***
Mean (Range)	33,4 (0-120)	10,1 (0-69)	29,8 (0-120)	
Kreatinin in mg/dl, n (%)				<0,001*
im Normbereich [†]	69 (48,3%)	27 (77,1%)	96 (53,9%)	
erhöht	1 (0,7%)	1 (2,9%)	2 (1,1%)	
nicht erfolgt	73 (51,0%)	7 (20%)	80 (44,9%)	
Verbesserung Sonographie, n (%)				<0,001*
ja	124 (86,7%)	17 (48,6%)	141 (79,7%)	
nein	0 (0,0%)	2 (5,7%)	2 (1,1%)	
nicht erfolgt	19 (13,3%)	16 (45,7%)	35 (19,7%)	
O'Reilly, n (%)				0,249*
I	16 (11,2%)	5 (14,3%)	21 (11,8%)	
II	11 (7,7%)	1 (2,9%)	12 (6,7%)	
III a	21 (14,7%)	4 (11,4%)	25 (14%)	
III b	13 (9,1%)	0 (0,0%)	13 (7,3%)	
nicht durchgeführt	82 (57,3%)	25 (71,4%)	107 (60,1%)	
Gesamtverbesserung, n (%)				<0,001*
ja	127 (88,8%)	20 (57,1%)	147 (82,6%)	
nein	1 (0,7%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	
nicht beurteilbar	15 (10,5%)	15 (42,9%)	30 (16,8%)	
Gesamt-Re-Intervention, n (%)				0,037*
Re-OP	8 (5,6%)	0 (0,0%)	8 (4,5%)	
DJ/PNS	7 (4,9%)	6 (17,1%)	13 (7,3%)	
andere	6 (3,5%)	0 (0,0%)	6 (3,4%)	
keine	122 (86%)	29 (82,9%)	151 (84,8%)	
Re-Intervention während der Hospitalisation, n (%)				0,048*
Re-OP	3 (2,1%)	0 (0,0%)	3 (1,7%)	
DJ/PNS	1 (0,7%)	3 (8,6%)	4 (2,2%)	
andere	1 (0,7%)	0 (0,0%)	1 (0,6%)	
keine	138 (96,5%)	32 (91,4%)	170 (95,5%)	
Re-Intervention nach Hospitalisation, n (%)				0,383*
Re-OP	5 (3,4%)	0 (0,0%)	5 (2,8%)	
DJ/PNS	6 (4,2%)	3 (8,6%)	9 (5,1%)	
andere	5 (3,4%)	0 (0,0%)	5 (2,8%)	
keine	127 (89%)	32 (91,4%)	159 (89,3%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik; Re-OP – Revisionsoperation; DJ – Doppel-J-Katheter; PNS – perkutane Nephrostomie, [†]Kreatininnormbereich abhängig von Alter

* Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann Whitney U-Test; *** T-Test

4.2. Ergebnisse der Aftermatch-Patienten

Das mittlere Patientenalter beträgt bei der LNBP-Gruppe 11 Jahre, bei den offen operierten 7,16 Jahre. Entsprechend des vorliegenden Altersunterschiedes zeigte sich das mittlere Patientengewicht zum Zeitpunkt der Operation wie folgt: ONBP: 26,5 kg und LNBP 41,1 kg. Präoperativ wurde bei 94,3% sonographisch ein erweitertes Nierenbecken beschrieben. Bei vier Kindern (11,4%) der ONBP-Kohorte und bei sechs Kindern (17,1%) der LNBP-Kohorte bestand ein erhöhtes Kreatinin präoperativ. Die O'Reilly Graduierung ist eine Variable des Matching, so dass hier im Vergleich der Gruppen kein signifikanter Unterschied besteht. Der Unterschied in den OP-Zeiten besteht weiterhin, die mittlere OP-Dauer bei den laparoskopisch operierten Kindern betrug 236,2 Minuten und in der ONBP-Gruppe 157,8 Minuten. 94,3% der Kinder erhielten unabhängig der OP-Methode Analgetika. Eine kürzere Verweildauer um sechs Tage konnten die LNBP-Kinder verzeichnen.

Tabelle 5: Präoperative Patientencharakteristika (Aftermatch):

Variable	ONBP N=35	LNBP N=35	Gesamt N=70	P-Wert
Alter in Jahren				
Median (IQR)	6,19 (5,6-8,7)	10,7 (8,1-13,8)	8,55 (7,9-10,1)	<0,001**
Mean (Range)	7,16 (0-17,1)	11,0 (4,3-17,2)	9,07 (0-17,2)	<0,001***
Geschlecht, n (%)				0,633*
weiblich	16 (45,7%)	19 (54,3%)	35 (50%)	
männlich	19 (54,3%)	16 (45,7%)	35 (50%)	
Gewicht in kg				
Median (IQR)	22 (20,9-32,1)	41,0 (27,3-51)	29,3 (29,6-38,0)	<0,001**
Mean (Range)	26,54 (2,4-67)	41,1 (17,2-78)	33,8 (2,4-78)	<0,001***
Sonographie, n (%)				0,114*
NB erweitert	35 (100%)	31 (88,6%)	66 (94,3%)	
nicht beurteilbar	0 (0,0%)	4 (11,4%)	4 (5,7%)	
O'Reilly, n (%)				0,590*
II	13 (37,1%)	12 (34,2%)	25 (35,7%)	
III a	4 (11,4%)	5 (14,3%)	9 (12,9%)	
III b	5 (14,3%)	9 (25,7%)	14 (20,0%)	
nicht durchgeführt	13 (37,1%)	9 (25,7%)	22 (31,4%)	
Kreatinin in mg/dl, n (%)				0,094*
Normbereich ¹	24 (68,6%)	28 (80,0%)	52 (74,3%)	
oberhalb	4 (11,4%)	6 (17,1%)	10 (14,3%)	
nicht erfolgt	7 (20,0%)	1 (2,9%)	8 (11,4%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik; NB – Nierenbecken; ¹ Kreatininnormbereich abhängig von Alter

* - Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann Whitney U Test; *** T-Test

Die Major-Komplikationsrate ist in beiden Kohorten ähnlich, bei 34 ONBP-Kindern (97,1%) und bei 32 LNBP-Kindern (91,4%) konnten keine dieser Symptome festgestellt werden. Schmerzen und Fieber als eine der Minor-Komplikationen wurden bei jeweils zwei Kindern der LNBP-Kohorte öfter gemessen. In Bezug auf die Clavienklassifikation ist zu erwähnen, dass die LNBP-Kinder mit Claviengrad II 12 vs. 6 eine medikamentöse Therapie postoperativ erhielten. Drei der laparoskopisch operierten Kinder (8,6%) wurden während des stationären Aufenthaltes erneut in Narkose operiert, sie erhielten eine DJ/PNS, wobei nur ein ONBP-Kind (2,9%) sich diese unterziehen musste. Bezüglich der durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit besteht ein Unterschied zu den Gruppen mit 14 Monaten. Der Kreatininwert war jeweils bei einem Kind beider Gruppen im postoperativen Verlauf erhöht. Eine postoperative sonographische Verbesserung des Nierenbeckens ist bei 74,3% der ONBP-Kinder und bei 48,6% der LNBP-Kinder zu vermerken, wobei 16 LNBP-Kinder (45,7%) keine vergleichbare sonographische Kontrolle erhielten. Bezüglich der Nierenfunktion konnten bei einem laparoskopisch operierten Kind (2,9%) und bei zwei Kindern der ONBP-Gruppe (5,7%) ein O'Reilly Grad II postoperativ dargestellt werden.

Die Dokumentation der postoperativen FSG-Ergebnisse fehlte bei 48 von 70 Patienten. Insgesamt ist eine 67%-ige Gesamtverbesserung beider Kohorten beschrieben. Bei 82,9% der Patienten war keine Re-Intervention notwendig. Drei ONBP-Kinder (8,6%) erhielten eine erneute Nierenbeckenplastik.

Tabelle 6: Operative Charakteristika (Aftermatch):

Variable	ONBP N=35	LNBP N=35	Gesamt N=70	P-Wert
Seite, n (%)				0,151*
rechts	21 (60%)	14 (40%)	35 (50%)	
links	14 (40%)	21 (60%)	35 (50%)	
OP-Dauer, in min				
Median (IQR)	160 (139-175)	232,5 (170-290)	172 (179,2-215,9)	<0,001**
Mean (Range)	157,8 (65-295)	236,2 (140-385)	197,6 (65-385)	<0,001***
Analgetikaverbrauch, n (%)				1,0*
ja	33 (94,3%)	33 (94,3%)	66 (94,3%)	
nein	2 (5,7%)	2 (5,7%)	4 (5,7%)	
Krankenhausaufenthalt, D				
Median (IQR)	15 (13-18)	8 (7-12)	12,5 (11,3-14,8)	<0,001**
Mean (Range)	15,9 (5-33)	10,2 (4-38)	13,1 (4-38)	<0,001***
Clavien, n (%)				0,135*
II	6 (17,1%)	12 (34,3%)	19 (27,1%)	
III b	1 (2,9%)	3 (8,6%)	4 (5,7%)	
keine	28 (80,0%)	20 (57,1%)	47 (67,1%)	
Major-Komplikation, n (%)				0,743*
Urinom	1 (2,9%)	1 (2,9%)	3 (4,3%)	
andere	0 (0,0%)	2 (5,7%)	7 (10,0%)	
keine	34 (97,1%)	32 (91,4%)	60 (85,7%)	
Minor-Komplikation, n (%)				0,502*
Fieber	2 (5,7%)	4 (11,4%)	6 (8,6%)	
Schmerzen	4 (11,4%)	7 (20,0%)	12 (17,1%)	
Übelkeit/Erbrechen	1 (2,9%)	2 (5,7%)	3 (4,3%)	
HWI	0 (0,0%)	1 (2,9%)	1 (1,4%)	
Keine	28 (80,0%)	21 (60,0%)	48 (68,6%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik; HWI – Harnwegsinfektion; D-Tage; Clavien: II leichte Komplikationen, die einer medikamentösen Intervention, Bluttransfusion oder parenteralen Ernährung bedürfen; III b Komplikationen, bei denen eine chirurgische, endoskopische oder radiologische Intervention mit Vollnarkose notwendig ist

* Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann Whitney U Test; *** T-Test

Tabelle 7: Follow-up (Aftermatch):

Variable	ONBP N=35	LNBP N=35	Gesamt N=70	P-Wert
Nachbeobachtungszeit, in Monate				
Median (IQR)	15 (14-35)	3 (9,5-45,5)	5,5 (11,4-23,5)	<0,01**
Mean (Range)	24,8 (0-96)	10,1 (0-69)	17,4 (0-96)	0,14***
Kreatinin in mg/dl, n (%)				0,056*
Normbereich [†]	18 (51,4%)	27 (77,1%)	45 (64,3%)	
erhöht	1 (2,9%)	1 (2,9%)	2 (2,9%)	
nicht erfolgt	16 (45,7%)	7 (20%)	23 (32,9%)	
Verbesserung Sonographie, n (%)				0,044*
ja	26 (74,3%)	17 (48,6%)	43 (61,4%)	
nein	0 (0,0%)	2 (5,7%)	2 (2,9%)	
nicht erfolgt	9 (25,7%)	16 (45,7%)	25 (35,7%)	
O'Reilly, n (%)				0,916*
I	6 (17,1%)	5 (14,3%)	11 (15,7%)	
II	2 (5,7%)	1 (2,9%)	3 (4,3%)	
III a	3 (8,6%)	4 (11,4%)	7 (10,0%)	
III b	1 (2,9%)	0 (0,0%)	1 (1,4%)	
nicht durchgeführt	23 (65,7%)	25 (71,4%)	48 (68,6%)	
Gesamtverbesserung, n (%)				0,126*
ja	27 (100%)	20 (100%)	47 (100%)	
nicht beurteilbar	8 (22,9%)	15 (42,9%)	23 (32,9%)	
Gesamt-Re-Intervention, n (%)				0,154*
Re-OP	3 (8,5%)	0 (0,0%)	3 (4,3%)	
DJ/PNS	2 (5,7%)	6 (17,1%)	8 (11,4%)	
andere	1 (2,9%)	0 (0,0%)	1 (1,4%)	
keine	29 (82,9%)	29 (82,9%)	58 (82,9%)	
Re-Intervention während Hospitalisation, n (%)				0,614*
Re-OP	1 (2,9%)	3 (8,6%)	4 (5,7%)	
DJ/PNS	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Andere	34 (97,1%)	32 (91,4%)	66 (94,3%)	
Keine				
Re-Intervention nach Hospitalisation, n (%)				0,294*
Re-Op	3 (8,6%)	0 (0,0%)	3 (8,6%)	
DJ/PNS	1 (2,9%)	3 (8,5%)	4 (5,7%)	
Andere	1 (2,9%)	0 (0,0%)	1 (2,9%)	
keine	30 (85,7%)	32 (91,4%)	62 (88,6%)	

Abkürzungen: ONBP – offene Nierenbeckenplastik; LNBP – laparoskopische Nierenbeckenplastik; Re-OP – Revisionsoperation; DJ – Doppel-J-Katheter; PNS – perkutane Nephrostomie; [†] Kreatininnormbereich abhängig von Alter

* Chi-Quadrat (Fisher Exact) Test; ** Mann Whitney U Test; *** T-Test

5. Diskussion

Es gibt zahlreiche Publikationen, welche beim Vergleich beider OP-Techniken auf Grund der Erfolgsrate die laparoskopische mit der offenen als äquivalent ansehen. Die Autoren beschreiben, dass die Erfolgsraten mit der der ONBP vergleichbar sind und die Patienten zusätzlich durch einen kürzeren Krankenhausaufenthalt und eine schnellere Wiederaufnahme der körperlichen Betätigung profitieren. ^(96,97,102) Dieses konnte auch in der vorliegenden Studie bestätigt werden.

Zu Beginn der Auswertung fiel der Aspekt auf, dass kein Kind unter einem Jahr eine laparoskopische Nierenbeckenplastik erhielt. Nach dem Matching zeigte sich, dass diese ungleiche Altersverteilung durch den Propensity Score nicht komplett ausgeglichen werden konnte. Die durchschnittliche Altersdifferenz zwischen den beiden Gruppen vor Matching betrug 8,6 Jahre und nach Matching 4,1 Jahre. Somit ist eine Annäherung erkennbar. Dies spiegelt sich auch in der Gewichtsverteilung wieder. Ein signifikanter Unterschied der prä-, peri- oder postoperativen Ergebnisse ist zwischen diesen beiden Methoden nicht erkennbar. Das Ziel, durch die Einbeziehung des Propensity Scores eine bessere Vergleichbarkeit beider Gruppen herauszuarbeiten, wurde nicht zur vollen Zufriedenheit erreicht, stellt aber eine statistisch sinnvolle Methode für unterschiedliche Gruppenverteilungen dar. Daher wird sich der folgende Diskussionsteil auf das Gesamtkollektiv beziehen. Für die Zukunft würde sich eine prospektive Analyse mit genau definierter Alterseinschränkung bzw. eine Randomisierung empfehlen, so dass eine bessere Vergleichbarkeit der Studienkohorten gegeben ist. Da sich die laparoskopische Nierenbeckenplastik inzwischen zu einem Standardverfahren entwickelt hat, dürfte die Durchführbarkeit solche Studien in der Zukunft schwierig werden.

Die Altersproblematik wurde in der retrospektiven Studie von Tanaka herausgestellt. ⁽⁹⁷⁾ Diese beschrieb, dass die laparoskopische Technik mit zunehmendem Alter häufiger durchgeführt wurde als die ONBP, welche vorwiegend bei Kleinkindern erfolgte. Auch die Anzahl der durchgeführten Pyeloplastiken nahm mit steigendem Patientenalter ab, so wurden 2.579 Kinder in der Alterskategorie 1 Monat \geq 2 Jahre operiert und bereits nur noch 484 Kinder im Alter von 13 \geq 19 Jahre. In Bezug auf den kürzeren Krankenhausaufenthalt und die notwendigen Anästhetika konnte ein signifikanter Vorteil bei LNBP-Kindern über 10 Jahre im Vergleich zur offenen Technik beschrieben werden.

Garcia-Apparicio et al. ⁽⁹⁸⁾ zeigten in der 2014 veröffentlichten Analyse, dass die laparoskopische Technik auch bei Kindern unter 12 Monaten eine sichere Operationstechnik sei, mit vergleichbaren Ergebnissen wie die offene Technik. Auch Kutikov et al. ⁽⁹⁹⁾ bestätigten in ihrer kleinen Studie eine gute Durchführbarkeit der transperitonealen laparoskopischen Pyeloplastik bei Kindern unter sechs Monaten. Bereits 2008 beschrieben Neheman et al. ⁽¹⁰⁰⁾, dass das laparoskopische Verfahren für Kinder unter 10 Kilogramm als sicher gewertet werden kann. Es wurden keine postoperativen Unterschiede zwischen offener und laparoskopischer Technik identifiziert. Beide Studien zeigten eine kürzere Hospitalisationsdauer bei längerer OP-Dauer für LNBP-Patienten. Diese Ergebnisse konnten durch die hier vorliegende Analyse bekräftigt werden.

Mit Steigerung des Alters wurde in unserer Analyse eine Häufigkeitszunahme der durchgeführten LNBP vermerkt. Auch die anfangs erwähnte Studie von Sukumar ⁽⁶⁾ beschrieb eine 96%-ige Verwendung der offenen Technik bei Kindern unter einem Jahr, sowie eine höhere Anwendungsrate für die roboter-assistierte Technik bei Jugendlichen im Alter von 14 bis 18 Jahren. Eine ähnliche Altersverteilung besteht in unserer Analyse. Hier war das jüngste Kind der LNBP-Gruppe 4,3 Jahre alt und der Altersdurchschnitt bei den ONBP-Patienten betrug 2,4 Jahre. Es wird darauf hingewiesen, dass die Daten aus den Jahren 1999 bis 2009 stammen. Zum jetzigen Zeitpunkt werden laparoskopische Nierenbeckenplastiken ab einem Körpergewicht von 8-10 Kilogramm an unserer Klinik durchgeführt, so dass sich bereits in diesen 5 Jahren ein Wandel bezüglich der Patientenselektion vollzogen hat.

Die Hospitalisationsdauer zeigt bei unseren Patienten einen deutlichen Unterschied. Während die offen operierten Kinder durchschnittlich 15 Tage im Krankenhaus verweilten, blieben die LNBP-Patienten nur 10 Tage stationär. Diese Differenz ist auch aus anderen Vergleichsstudien bekannt. Unter anderem berichten Blanc et al. ⁽¹⁰¹⁾ von nur 1-2 Tagen Aufenthalt nach laparoskopischer Pyeloplastik. Tanaka ⁽⁹⁷⁾ konnte dies in ihrer großen retrospektiven Analyse auch aufzeigen. Hierbei wurden die Patienten noch zusätzlich in verschiedene Altersgruppen kategorisiert. Dabei wurde eine gleiche Verweildauer der beiden Kohorten im frühen Kindesalter beobachtet. Ab dem 10. Lebensjahr wurde eine kürzere Hospitalisationsdauer der LNBP-Patienten im Vergleich zu den ONBP-Patienten deutlich. Eine strukturierte Darstellung der unterschiedlichen Verweildauer wird in dem systematischen Review von Hong Mei gut dargestellt. ⁽¹⁰²⁾

In amerikanischen Kliniken ist eine Hospitalisationsdauer von 1-2 Tagen Standard. Der deutliche Unterschied zu den Aufenthaltszeiten in Deutschland ist durch die Kostenfaktoren und das unterschiedliche Gesundheitssystem zu erklären.

Die Operateure in unserer Klinik benötigten durchschnittlich 135 Minuten für die offene Technik und 236 Minuten für die laparoskopische Variante. Hier ist zu beachten, dass unterschiedliche Operateure involviert waren. Ähnliche Zeiten wurden von Piaggio⁽¹⁰³⁾ mit 278 Minuten für LNBP und 144 Minuten für ONBP vermerkt. Die Analyse von Braga et al.⁽¹⁰⁴⁾ wies eine kürzere Zeit für die laparoskopische Technik im Vergleich zu unseren Daten auf. Die Operateure brauchten nur 178 Minuten, jedoch durchschnittlich 146 Minuten für die offene Technik. Schuessler⁽⁹²⁾ operierte 1993 seine ersten fünf laparoskopischen Patienten in einer Zeit von 3 bis 7 Stunden. Dies zeigt eine deutliche Abnahme der Zeit im Laufe der Entwicklung der Operationstechnik. Herndon benötigte 6:27 Stunden für die laparoskopische Technik und 4:41 Stunden für die offene Technik. Diese interessante retrospektive Studie zeigt eine Reduzierung der OP-Dauer um statistisch 11 Minuten nach jedem weiteren Eingriff und impliziert somit die steile Lernkurve des Autors bei Durchführung der laparoskopischen Technik.⁽¹⁰⁵⁾

In Zusammenfassung unserer Daten sowie im Vergleich mit anderen Publikationen ist die Operationsdauer zu Gunsten der offenen Technik zu werten.

Die Seitenverteilung der betroffenen Niere weist eine Präferenz für die linke Niere (58%) auf, welches bereits in der Literaturrecherche auffiel. Bei Garcia-Aparicio et al.⁽⁹⁸⁾ besteht ein Verhältnis rechte Niere zu linker Niere von 23 zu 35. Dies wird auch in der größeren Studie von Blanc et al.⁽¹⁰¹⁾, Verhältnis 86 zu 122, beobachtet. Eine genaue Ursache für den häufigeren Befall der linken Niere ist nicht eruierbar.

Ein aberrierendes Gefäß wurde bei 50 Patienten (28%) nachgewiesen. Dieses Ergebnis spiegelt als Ursache einer extrinsischen Nierenbeckenabgangsenge den Durchschnitt der in der Literatur angegebenen Daten mit 20-31% wieder.^(74,105-107) Jarrett et al. beschrieben 2002 eine Häufigkeit von 25% und verwiesen auf eine mögliche präoperative Diagnostik (Angiographie, Computertomographie, Endosonographie) bezüglich der Detektion der Gefäße.⁽¹⁰⁸⁾ Diese kann z.B. durch eine Angiographie oder Computertomographie präoperativ eruiert werden. Eine 100%-ige Sensitivität zur Erkennung aberrierender Gefäße bei ureteropelvikaler Obstruktion wurde 1999

dargestellt. ⁽¹⁰⁹⁾ Hierbei ist unserer Meinung nach das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei Kindern nicht gegeben. Diese Untersuchungen können Nebenwirkungen nach sich ziehen u.a. allergische Reaktionen auf das Kontrastmittel und sind verbunden mit einer unverhältnismäßig hohen Strahlenbelastung. Kleine Kinder benötigen zur Durchführung dieser Diagnostik zudem eine Sedierung. Außerdem ist sie kostenaufwendig. Die CT Abdomen als Bestandteil der präoperativen Diagnostik hat praktisch keine Relevanz, da sich weder an der Indikation zur Operation noch an dem operativen Vorgehen etwas ändern würde. Ihr Stellenwert muss daher als gering eingestuft werden.

77 Kinder erhielten zur Vermeidung eines Urinoms eine intraoperative Harnleiterschienung, welche nach durchschnittlich 6-8 Wochen entfernt werden konnte. Den Vorteil der Harnleiterschienung beschrieben bereits Elmalik et al. ⁽¹¹⁰⁾ oder auch Woo et al. ⁽¹¹¹⁾ Dabei werden durch Einlegen einer internen Harnleiterschiene die postoperativen Komplikationen und somit auch die Morbidität deutlich gemindert. Die Einlage kann antegrad oder retrograd durchgeführt werden. In unserer Klinik erfolgte zum größten Teil direkt vor der Laparoskopie eine Zystoskopie mit retrograder DJ-Einlage. 130 Kinder wurden mit einer Nephrostomie versorgt. Bei 33 Patienten aus der ONBP-Kohorte bestand eine gleichzeitige Ableitung mittels Nephrostomie und DJ. Die Patienten mit Nephrostomie sind bei komplikationslosen postoperativem Verlauf mit abgestöpselter Nephrostomie entlassen worden und stellten sich nach durchschnittlich 13 Tagen nach Operation zum antegraden Pyelogramm in unserer urologischen Poliklinik vor. Bei unauffälligem Kontrastmittelabfluss konnte die Nephrostomie entfernt werden.

Die antegrade DJ-Einlage wird von einigen Autoren bevorzugt durchgeführt. Die Harnleiterschiene wurde nach durchschnittlich 4 Wochen entfernt. ^(98,98,106,107) Blanc implantierte bei 160 von 208 Patienten den DJ antegrad. ⁽¹⁰¹⁾ 13 Patienten in der Studie von Ansari erhielten retrograd die Harnleiterschiene und 35 antegrad, sowie vier Patienten keine Harnableitung. ⁽¹¹²⁾ In Zusammenfassung der Literatur wird überwiegend die Harnleiterschiene antegrad eingelegt und nach 4 Wochen entfernt. Bei Vorhandensein einer Nephrostomie wird diese nach unauffälligem antegraden Pyelogramm nach durchschnittlich 10 Tagen entnommen.

Die Angabe des postoperativen Analgetikaverbrauches ist statistisch aufgrund der unterschiedlichen Altersgruppen nicht verwertbar. 94,3% der LNBP-Kinder und 88,1% der ONBP-Patienten erhielten während des stationären Aufenthaltes eine orale bzw.

intravenöse Analgesie. Zu den verwendeten Analgetika gehörten Paracetamol, Novalgin, Dolantin und Dipidolor. Eine signifikante Beurteilung, welches operative Verfahren zu verstärkten postoperativen Schmerzen führt, ist mit der hier vorliegenden Analyse nicht möglich. Die Problematik bei Kindern ist die subjektive Bewertung des Schmerzempfindens. Eine adäquate Äußerung ist in den frühen Lebensjahren nicht möglich. Büttner et al. (¹³) zeigten in ihrer Studie, dass anhand gewisser Items eine kindliche Unbehagens- und Schmerz-Skala (KUSS) entwickelt werden konnte und über diese durch entsprechende Punktevergabe die postoperative Schmerzintensität für das medizinische Personal sowie die Angehörigen erfassbar wird. Mit steigender Punktzahl steigt die Notwendigkeit und Dringlichkeit einer entsprechenden Analgesie. Dieser Aspekt sollte in den künftigen Studien berücksichtigt werden und kann in einer prospektiven Studie für Kinder mit Nierenbeckenabgangsstenose, abhängig vom Körpergewicht, Anwendung finden.

Bei unseren 178 Patienten beträgt die gesamt Major-Komplikationsrate 4,5%. Drei Urinome wurden postoperativ diagnostiziert und im Verhältnis zu der Kohortengröße besteht eine prozentual nahezu gleich große Rate zwischen den zwei Kohorten. Ein laparoskopisch operierter Junge sowie ein 10 jähriges Mädchen der ONBP-Kohorte erhielten am ersten postoperativen Tag eine Nephrostomie. Die dritte Nahtinsuffizienz wurde mittels offener Revision am ersten postoperativen Tag korrigiert. Nachfolgend wurden keine Komplikationen bei diesen Kindern dokumentiert und der weitere postoperative Verlauf gestaltete sich unauffällig. Während des stationären Aufenthaltes wurden noch zwei weitere Kinder der ONBP-Gruppe aufgrund einer nicht regredienten Harnstauung offen revidiert. Am 10. postoperativen Tag konnte kein Kontrastmittelabfluss in der antegraden Darstellung bei einem 2 Monate alten Mädchen verzeichnet werden. Ferner dislozierte 5 Tage später die noch liegende Nephrostomie bei dem Kind und der Grad der Harnstauung nahm zu, so dass am 19. postoperativen Tag das kleine Mädchen offen revidiert wurde. Die letzte Verlaufskontrolle in der urologischen Poliklinik, 23 Monate postoperativ, wies ein nicht dilatiertes Nierenbecken sowie eine Abflussverbesserung des Radionukleids auf.

Bei einem vier Monate alten Jungen zeigte sich in der Kontrastmitteldarstellung kein Kontrastmittelübertritt, so dass eine Zystoskopie mit Versuch einer Harnleiterschienen-einlage erfolgte, welche frustran verlief. Bei progredienter Harnstauung und Harnwegsinfektion wurde die Indikation zur Revisions-Operation 49 Tage nach der

Primäroperation gestellt. Der intraoperative und weitere postoperative Verlauf gestalteten sich komplikationslos. In der Nachuntersuchung zeigte sich eine deutliche Gesamtverbesserung und wurde mit einer szintigraphischen Verbesserung des O'Reilly Grades von Typ II auf III b sowie einer sonographischen Verbesserung der Nierenbeckenerweiterung von 35 mm auf 18 mm dokumentiert.

Ein Kind der LNBP-Kohorte erhielt bei Urosepsis eine Nephrostomie und bei einem Jungen zeigte sich eine dislozierte Harnleiterschleife, so dass diese am fünften postoperativen Tag repositioniert wurde.

Sweeny et al. ⁽¹¹⁴⁾ berichten in der retrospektiven Studie über die laparoskopische Pyeloplastik bei Kindern von einem Urinom sowie von einer 10,8%-igen postoperativen Komplikationsrate. Auch in der 44 Patienten einschließenden Studie von Metzelder et al. wurden drei Urinome verzeichnet. Diese konnten durch Einlage einer Nephrostomie, einer Drainage bzw. Repositionierung des DJ behandelt werden. Ein Kind erhielt am 45. postoperativen Tag eine offene Revisions-Pyeloplastik und ein weiteres Kind wurde zwei Jahre später erneut laparoskopisch operiert. ⁽¹⁰⁶⁾

Herndons „single-surgeon experience“ verzeichnete sieben Komplikationen in der ONBP- und zwei in der LNBP-Gruppe. Zum einen wurden Urinome zweier ONBP-Patienten mittels Drainage und offener Revision therapiert. Zum anderen wurde intraoperativ bei einem LNBP-Kind im Rahmen des Verschlusses des Bauchnabelzugangs die Darmserosa leicht verletzt. Dieses Kind zeigte in der Verlaufskontrolle eine Narbenhernie. ⁽¹⁰⁵⁾ Eine laparoskopische Verletzung des Colon sigmoideum wurde auch in der Studie von Szavay beschrieben, welche am ersten postoperativen Tag bei akutem Abdomen und nachfolgender Laparotomie festgestellt wurde. Dieses Kind erhielt schlussendlich bei Urosepsis mit Multiorganversagen eine Nephrektomie. Bei einem Kind wurde bei sonographischem Nachweis freier Flüssigkeit eine offene Revision durchgeführt. Ein weiteres Urinom konnte mittels Drainage erfolgreich behandelt werden. ⁽¹⁰⁷⁾

Garcia-Aparicio untersuchte 58 Kinder, welche nicht älter als ein Jahr waren bezüglich der Sicherheit der laparoskopischen Pyeloplastik im Vergleich zur offenen Pyeloplastik. In seiner Studie von 2014 gibt er keine intra- oder postoperativen Komplikationen an. ⁽⁹⁸⁾ Kein LNBP-Patient musste zur offenen Technik hin konvertiert werden und es erfolgten auch keine Revisionsoperationen. Zur Beurteilung der Erfolgsrate bezog er sich auf die nach 1, 6 und 12 Monaten durchgeführte sonographische Verlaufskontrolle des Nierenbeckenkelchsystems sowie einer FSG nach 6 Monaten. Diese Studie konnte

die LNBP als eine sichere und erfolgreiche Technik bei Nierenbeckenabgangsenge von Kleinkindern darstellen.

Die Minor-Komplikationen (Schmerzen, Fieber, Harnwegsinfektionen, Übelkeit, Erbrechen) wurden in beiden Gruppen mit statistisch nicht signifikantem Unterschied beobachtet. Bezüglich der Schmerzangabe verspürten 20% der LNBP-Kinder und nur 5,6% der ONBP-Patienten Schmerzen. Auch hier muss wieder auf die unterschiedliche Altersverteilung hingewiesen werden, denn die Rate einer adäquaten Schmerzangabe steigt mit dem Entwicklungsstand des Kindes. Da sich in der LNBP-Kohorte Kinder ab vier Jahren befinden, konnten sie eher einen Schmerzzustand beschreiben und somit wurde dieses potentiell häufiger dokumentiert.

Ileus, Narbenhernie und vermehrte Wundsekretion definierten Ansari et al. in ihrer Studie als Minor-Komplikationen, welche erfolgreich konservativ behandelt werden konnten. ⁽¹¹²⁾ Ferner wurden vier Kinder auf Grund verstärkter Adhäsionen, intraoperativem Verlust des Steins und einer Nadel offen konvertiert. Diese Minor- und intraoperativen Komplikationen wurden bei keinem unseren Patienten verzeichnet. Nerli et al. ⁽¹¹⁵⁾ verwendeten in ihrer Studie mit 103 laparoskopisch operierten Kinder zur Einteilung der postoperativen Komplikationen die Clavienklassifikation. Ein Kind wurde bei minimaler Hämaturie mit Grad I dokumentiert. Grad II betraf sechs Kinder, diese fielen postoperativ mit Ileus, Fieber und vermehrter Wundsekretion im stationären Bereich auf. Fünf Kinder wurden bei erneuter symptomatischer Obstruktion mit Fieber, Schmerzen und Erbrechen als Grad III klassifiziert. Nachfolgend erhielten diese Patienten eine Nephrostomie bzw. auf Grund einer sehr kurzen segmentalen Stenose eine retrograde endoskopische Endopyelotomie. Komplikationen Grad IV und V wurden nicht verzeichnet. Clavien Grad I, IV und V wurden in dieser hier vorliegenden Arbeit nicht dokumentiert. 12 Kinder der LNBP-Kohorte zeigten eine Clavienklassifikation Grad II auf. Im Vergleich zu der zuvor erwähnten Studie von Nerli ist evtl. unsere niedrige Patientenzahl als ausschlaggebender Faktor für den höheren Prozentanteil der Claviengraduierung Grad II zu werten.

Aus den Daten der Nachsorge kann in der vorliegenden retrospektiven Studie von einer Gesamtverbesserung in 82,6% der Fälle ausgegangen werden. Aufgrund fehlender Daten konnte bei 30 Patienten die Beurteilung des Ergebnisses im Vergleich prä- und postoperativ nicht erfolgen.

Ein Junge zeigte in der postoperativen szintigraphischen Diagnostik keine Veränderung des Abflusses sowie sonographisch keine Verringerung der Nierenbeckendilatation. Der kleine Junge hatte präoperativ einen beidseitigen hochgradigen VUR und eine Nierenbeckenabgangsenge mit deutlicher Funktionseinschränkung der operierten Niere, so dass die Indikation zur Pyeloplastik mit UCN auf der kontralateralen Seite gegeben war. Nachfolgend erhielt er drei Monate postoperativ eine Ureterozystoneostomie auf der operierten Seite. Sonographisch stellten sich beide Nieren sieben Monate nach der Primäroperation unauffällig dar.

Die prospektive randomisierte Studie von Penn (¹¹⁶) mit 39 Patienten hatte ebenfalls den Vergleich zwischen offener und laparoskopischer Pyeloplastik zum Gegenstand. Die Erfolgsrate bei den laparoskopisch operierten Kindern betrug 100% wobei nur ein Chirurg operierte. Eine 95%-ige Erfolgsrate konnten die offen operierten Kinder verzeichnen. Die Problematik verschiedener Operateure versuchte auch Herndon (¹⁰⁵) zu lösen und hat in seiner „single-surgeon“ Serie eine kontinuierliche Reduktion der OP-Zeit mit hoher Erfolgsrate nachweisen können.

Sweeney et al. (¹¹⁴) beschrieben in ihrer 112 Patienten umfassenden retrospektiven Studie eine 97,2%-ige Erfolgsrate bei der laparoskopischen Technik.

Die Beurteilung des postoperativen Ergebnisses kann zum einen mittels Sonographie verifiziert werden, wobei die Subjektivität und Erfahrung des Untersuchers sowie die Compliance und Hydratation des Patienten eine Rolle spielen. Helmy et al. (¹¹⁷) konnten in ihrer prospektiven Studie mit Hilfe des Kelch-zu-Parenchym-Verhältnisses, dem anterior-posterioren Durchmesser und der Größe der Kelchdilatation relativ objektive und reproduzierbare Variablen zur Beurteilung des Ergebnisses festlegen. Ihrer Meinung nach sowie auch der von Almodhen et al. (¹¹⁸) reichen besonders bei Kindern sonographische Verlaufskontrollen aus. Eine Sonographie ist kostengünstig, schnell, nicht aufwändig und bedeutet keine zusätzliche Belastung des Kindes, so dass auch die Autorin der vorliegenden Arbeit sich für die Sonographie als ein Standardverfahren zur Beurteilung ausspricht.

In unserer Analyse wurde bei 86,7% der offen operierten Kinder während der sonographischen Verlaufskontrollen eine Reduktion des Nierenbeckenkelchsystems festgestellt. Eine Regredienz der Nierenbeckendilatation der LNBP-Patienten ist bei 48,6% der Patienten verzeichnet worden. Bei 16 von 35 LNBP-Kindern war aufgrund

der fehlenden Daten keine Beurteilung hinsichtlich der Nierenbeckengröße möglich, so dass hier keine Signifikanz vorliegt.

Eine weitere Variable zur Beurteilung des Operationserfolges ist die Nierenfunktionsszintigraphie. 60% der Patienten erhielten postoperativ kein FSG. Von den 71 Nierenfunktionsszintigraphien wiesen 12 Kinder einen O´Reilly Grad II und 13 Patienten einen O´Reilly Grad III b auf, somit kann von einer Verbesserung im Vergleich zu den präoperativen Daten gesprochen werden.

Die Gesamtverbesserungsrate aller 178 Patienten ist in der hier vorliegenden Arbeit mit 82% beschrieben. In die Beurteilung dieser Rate gehen die prä- und postoperativen Ergebnisse der Nierenfunktionsszintigraphie und der Sonographie ein. Aufgrund fehlender Befunde dieser Untersuchungen kann die Gesamtverbesserungsrate als nicht signifikant gewertet werden.

Reis et al. (¹¹⁹) sehen es als ausreichend an, wenn ein 3-6 Monate nach Operation durchgeführtes Nierenfunktionsszintigramm ein gutes Ergebnis erbracht hat, keine weiteren Szintigramme zu veranlassen. Die Verlaufs-FSG unserer Patienten wurden im Durchschnitt nach 10,8 Monaten (2-48 Monate) durchgeführt. Die untersuchten Patienten von Szavay erhielten 3 und 12 Monate nach Operation eine Nierenfunktionsszintigraphie. Dabei zeigte sich keine signifikante Verbesserung der seitengetrenten Nierenfunktion, aber eine signifikant bessere Ausscheidung des Radionukleids. (¹⁰⁷)

Eine Kreatininerhöhung in der präoperativen Diagnostik bestand bei 10 von 107 Kindern (9,3%). Im Vergleich zur postoperativen Diagnostik zeigten von diesen Kindern nur noch zwei (1,2%) eine Elevation des Kreatininwertes. Kreatininwerte als Vergleichsvariable zur postoperativen Erfolgskontrolle bei Kindern zu verwenden zeigt keine Signifikanz.

Eine perfekt beurteilbare Analyse der Ergebnisse nach Nierenbeckenplastik im Kindesalter ist nur durch eine standardisierte prospektive Studie möglich. Es besteht eine zu große Variabilität der Patientencharakteristika bei Kindern, welche auch durch das Propensity Score Matching nicht zufriedenstellend ausgeglichen werden kann. Um zukünftig bessere Studienergebnisse erzielen zu können, wären gleiche Operateure und standardisierte Studienprotokolle mit definierten Analgetika, die Verwendung von Schmerzskalen und entsprechenden Dokumentationssystemen im prospektiv randomisierten Setting wünschenswert.

Bezug nehmend auf die zu Beginn aufgeführte Fragestellung lässt sich folgendes aus unseren Daten schlussfolgern.

Es gibt verschiedene Vor- und Nachteile des laparoskopischen und offenen Verfahrens. In beiden Gruppen sind keine intraoperativen Komplikationen aufgetreten. Nachteil der Laparoskopie ist eine längere OP-Dauer und somit längere Narkosewirkung, Vorteil eine kleinere Wundfläche mit weniger postoperativen Schmerzen, wobei die Schmerzangabe in unserer Studie aufgrund der Altersunterschiede nicht signifikant in die Bewertung eingehen kann. Ferner ist durch die Kamertechnik eine bessere Sicht im Situs gegeben. Die Erlernung der laparoskopischen Technik benötigt mehr Zeit als die der offenen Technik. Der einzig statistisch objektivierbare Unterschied ist die OP-Dauer. Die Komplikationen betreffend bestehen keine relevanten Unterschiede zwischen den OP-Techniken.

Zwei Kinder der ONBP-Kohorte und ein Kind der LNBP-Kohorte hatten postoperativ ein Urinom. Prozentual bezogen auf die Gesamtanzahl der operierten Patienten wurde bei 3,5% der ONBP-Kinder und bei 8,6% der LNBP-Kinder eine Major-Komplikation berechnet ($p=0,224$). Dementsprechend verhält sich prozentual die Re-Interventionsrate während des stationären Aufenthaltes. Die Minor-Komplikationsrate in der ONBP-Kohorte betrug 19,9% und 40% in der LNBP-Kohorte ($p=0,056$). Was die postoperative Beschwerdesymptomatik angeht, so bestanden bei beiden Gruppen keine ausgeprägten Symptome. Bezug nehmend auf unseren Fragebogen empfanden die offen operierten Kinder die Narbe und damit teilweise eine Einschränkung bei körperlicher Betätigung als störend.

In Bezug auf die Verbesserung der Nierenbeckendilatation zeigten unsere Daten eine sonographische Befundverbesserung in 86,7% der offen operierten Kinder. Eine Verringerung der Nierenbeckendilatation konnte bei 47,6% der LNBP-Kinder dokumentiert werden ($p=<0,001$). Die restlichen 16 LNBP-Kinder konnten aufgrund inkompletter Datensätze was diesen Parameter angeht nicht in die Auswertung einbezogen werden. In unseren Daten ist ein minimaler Unterschied bezüglich der Re-Interventionsrate gegeben. Die ONBP-Kohorte weist eine Gesamt-Re-Interventionsrate von 14% und die LNBP-Kohorte von 17% auf ($p=0,037$).

6. Zusammenfassung

Die kontinuierätsunterbrechende Pyeloplastik gilt als Goldstandard in der Behandlung der Nierenbeckenabgangsenge. Nach Einführung der Laparoskopie wurde diese Art der Operationstechnik auch auf die Nierenbeckenplastik übertragen. Es existieren einige Publikationen, welche die laparoskopische Technik in Bezug auf die Erfolgsrate untersucht haben. Diese hier vorliegende Arbeit stellt einen Vergleich zur offenen Technik bei Kindern in unserer urologischen Klinik dar.

Insgesamt wurden 178 Pyeloplastiken, davon 35 mittels laparoskopischer Technik, in einem Zeitraum von 1999 bis 2009 an der urologischen Klinik der Charité durchgeführt. Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer betrug bei in der ONBP-Kohorte 15 Tage (4-45) und in der LNBP-Kohorte 10 Tage (4-38). Für die offene Technik wurden 135,7 Minuten (60-295) und für die laparoskopische Technik 236,2 Minuten (140-385) benötigt. Als Minor-Komplikationen sind in dieser Arbeit Schmerzen, Fieber, Übelkeit/Erbrechen sowie Harnwegsinfekte gewertet. Diese Komplikationen wurden bei 19,9% der offen operierten Kinder und 40% der laparoskopisch operierten Kinder dokumentiert ($p=0,056$). Während des stationären Aufenthaltes traten zwei Urinome in der ONBP-Kohorte und ein Urinom in der LNBP-Gruppe auf. Unter der Rubrik andere Major-Komplikationen wurden bei den offen operierten Kindern zwei Stenosen mit progredientem Harnstau und eine dislozierte Harnleiterschleife gewertet, in der LNBP-Kohorte wurden bei zwei Kindern ein progredienter Harnstau und eine Sepsis dokumentiert. Insgesamt bestand eine Major-Komplikationsrate von 4,5%. Bei 94% aller Patienten war keine erneute Intervention während des stationären Aufenthaltes notwendig. Einer offenen Revisions-Operation mussten sich drei Patienten der ONBP-Kohorte unterziehen, keines der LNBP-Kinder wurde offen revidiert. Ferner erhielten drei der laparoskopisch operierten Patienten eine Harnleiterschleife/ Nephrostomie und nur ein primär offen operiertes Kind erhielt eine Harnleiterschleife. Eine Schmerzangabe wurde bei 94% der LNBP-Kohorte und 88% der ONBP-Kohorte dokumentiert. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug für die Gesamtkohorte 29,8 Monate (0-120). 80% der Kinder erhielten eine sonographisch dokumentierte Verlaufskontrolle, wobei all diese Patienten eine deutliche Regredienz der Nierenbeckenkelchdilatation aufwiesen. Eine postoperative Nierenfunktionsuntersuchung wurde bei 71 Patienten durchgeführt. In Bezug auf die präoperativen Ergebnisse zeigten 47 von 61 (77,0%) eine deutliche Verbesserung der Abflussverhältnisse. Wenn man alle Variablen wie Sonographie und

Nierenzintigraphie einbezieht, konnte in 82,6% der Fälle eine Verbesserung im Vergleich zur präoperativen Situation beobachtet werden.

In Zusammenfassung unserer Ergebnisse sowie unter Hinzunahme der Daten aus der Weltliteratur kann die laparoskopische Variante im Vergleich zur offenen OP-Technik ähnlich gute Resultate erzielen ohne vermehrt Komplikationen aufzuweisen. In Verbindung mit den kleineren kosmetisch ansprechenderen Narben und den potentiell verminderten Schmerzen ist es gut nachvollziehbar, dass die laparoskopische Technik die offene in den meisten Zentren abgelöst hat.

7. Literaturverzeichnis

1. O'Reilly, P. H., Brooman, P. J., Mak, S., Jones, M., Pickup, C., Atkinson, C. et al.: The long-term results of Anderson-Hynes pyeloplasty. *BJU Int*, 87: 287, 2001.
2. Houben, C. H., Wischermann, A., Borner, G., and Slany, E.: Outcome analysis of pyeloplasty in infants. *Pediatr Surg Int*, 16: 189, 2000.
3. Schier, F.: Laparoscopic Anderson-Hynes pyeloplasty in children. *Pediatr Surg Int*, 13: 497, 1998.
4. El-Ghoneimi, A., Farhat, W., Bolduc, S., Bagli, D., McLorie, G., Aigrain, Y. et al.: Laparoscopic dismembered pyeloplasty by a retroperitoneal approach in children. *BJU Int*, 92: 104, 2003.
5. Tan, H. L.: Laparoscopic Anderson-Hynes dismembered pyeloplasty in children. *J Urol*, 162: 1045, 1999.
6. Sukumar, S., Roghmann, F., Sood, A., Abdo, A., Menon, M., Sammon, J. D. et al.: Correction of ureteropelvic junction obstruction in children: national trends and comparative effectiveness in operative outcomes. *J Endourol*, 28: 592, 2014.
7. Lebowitz, R. L. and Griscom, N. T.: Neonatal hydronephrosis: 146 cases. *Radiol Clin North Am*, 15: 49, 1977.
8. Tan, B. J. and Smith, A. D.: Ureteropelvic junction obstruction repair: when, how, what? *Curr Opin Urol*, 14: 55, 2004.
9. Johnston, J. H., Evans, J. P., Glassberg, K. I., and Shapiro, S. R.: Pelvic hydronephrosis in children: a review of 219 personal cases. *J Urol*, 117: 97, 1977.
10. Kelalis, P. P., CULP, O. S., Stickler, G. B., and Burke, E. C.: Ureteropelvic obstruction in children: experiences with 109 cases. *J Urol*, 106: 418, 1971.
11. Robson, W. J., Rudy, S. M., and Johnston, J. H.: Pelviureteric obstruction in infancy. *J Pediatr Surg*, 11: 57, 1976.
12. Morin, L., Cendron, M., Crombleholme, T. M., Garmel, S. H., Klauber, G. T., and D'Alton, M. E.: Minimal hydronephrosis in the fetus: clinical significance and implications for management. *J Urol*, 155: 2047, 1996.
13. Elder, J. S.: Antenatal hydronephrosis. Fetal and neonatal management. *Pediatr Clin North Am*, 44: 1299, 1997.
14. Ruano D and Cocra Tejedó A. Obstruction and normal recanalization of the ureter in the human embryo. Its relation to congenital ureteric obstruction. 1:287-292, *Eur Urol*.1975.

15. Cussen, L. J.: The structure of the normal human ureter in infancy and childhood. A quantitative study of the muscular and elastic tissue. *Invest Urol*, 5: 179, 1967.
16. Gosling, J. A. and Dixon, J. S.: Functional obstruction of the ureter and renal pelvis. A histological and electron microscopic study. *Br J Urol*, 50: 145, 1978.
17. Palmer, L. S., Maizels, M., Cartwright, P. C., Fernbach, S. K., and Conway, J. J.: Surgery versus observation for managing obstructive grade 3 to 4 unilateral hydronephrosis: a report from the Society for Fetal Urology. *J Urol*, 159: 222, 1998.
18. Ross, J. H., Kay, R., Knipper, N. S., and Stroom, S. B.: The absence of crossing vessels in association with ureteropelvic junction obstruction detected by prenatal ultrasonography. *J Urol*, 160: 973, 1998.
19. Janetschek, G., Peschel, R., and Bartsch, G.: Laparoscopic Fenger plasty. *J Endourol*, 14: 889, 2000.
20. Rayer. *Traité des Maladies des reins*. Paris. 1841.
21. Albarran J. L'hypertrophie compensatrice en pathologie rénale. 7:85, *Presse Méd.* 1899.
22. Geraghty JT and Frontz WA. A study of primary hydronephrosis. 1918. 2:161-188, *J Urol*. 1998.
23. Hinman F. Renal counterbalance: an experimental and clinical study with reference to significance of disuse atrophy. *Trans Am Soc Genitourin Surg* 15:241; 1922.
24. Hinman F and Lee-Brown R. Pyelovenous outflow, its relation to pelvic reabsorption to hydronephrosis and to accidents of pyelography. *JAMA* 82:607; 1924.
25. Hinman F and Morrison D. An experiential study of the circulatory changes in hydronephrosis. *J Urol* 21:435; 1924.
26. Hinman F and Hepler A. Experimental hydronephrosis: the effect of changes in blood pressure and in blood flow on its rate of development, I: splanchnotomy: increased intrarenal blood pressure and flow; diuresis. *Arch Surg* 11:578; 1925.
27. Hinman F and Hepler A. Experimental hydronephrosis: the effect of changes in blood pressure and in blood flow on its rate of development, II: partial obstruction of the renal artery: diminished blood flow, diminished intrarenal pressure and oliguria. *Arch Surg* 11:649; 1925.

28. Hinman F and Hepler A. Experimental hydronephrosis: the effect of changes in blood pressure and in blood flow on its rate of development, and the significance of the venous collateral system, III: partial obstruction of the renal vein without and with ligation of all collateral veins. *Arch Surg* 11:917; 1925.
29. Hinman F and Hepler A. Experimental hydronephrosis: the effect of ligation of one branch of the renal artery on its rate of development, IV: simultaneous ligation of the posterior branch of the renal artery and the ureter on the same side. *Arch Surg* 12:830; 1926.
30. Hinman F. Hydronephrosis, I: The structural change. II: the functional change. III: hydronephrosis and hypertension. *Surgery* ;17:816; 1945.
31. Hinman F. The pathophysiology of urinary obstruction. In: *Campbell, Med. Urology*, 2 ed. Philadelphia: Saunders 324-358. vol. 1; 1964.
32. Benninghoff A. *Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*. 15. Auflage. München; Wien; Baltimore: Urban und Schwarzenberg. 1993.
33. Sadler. *Medizinische Embryologie*. 277-288. 1998.
34. Peters, C. A.: Obstruction of the fetal urinary tract. *J Am Soc Nephrol*, 8: 653, 1997.
35. Beck, A. D.: The effect of intra-uterine urinary obstruction upon the development of the fetal kidney. *J Urol*, 105: 784, 1971.
36. Gonzalez, R., Reinberg, Y., Burke, B., Wells, T., and Vernier, R. L.: Early bladder outlet obstruction in fetal lambs induces renal dysplasia and the prune-belly syndrome. *J Pediatr Surg*, 25: 342, 1990.
37. Peters, C. A., Carr, M. C., Lais, A., Retik, A. B., and Mandell, J.: The response of the fetal kidney to obstruction. *J Urol*, 148: 503, 1992.
38. Matsell, D. G., Bennett, T., and Bocking, A. D.: Characterization of fetal ovine renal dysplasia after mid-gestation ureteral obstruction. *Clin Invest Med*, 19: 444, 1996.
39. Elder, J. S., Stansbrey, R., Dahms, B. B., and Selzman, A. A.: Renal histological changes secondary to ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*, 154: 719, 1995.
40. Stock, J. A., Krous, H. F., Heffernan, J., Packer, M., and Kaplan, G. W.: Correlation of renal biopsy and radionuclide renal scan differential function in patients with unilateral ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*, 154: 716, 1995.
41. Santis, W. F., Peters, C. A., Yalla, S. V., and Sullivan, M. P.: Ureteral function is modulated by a local renin-angiotensin system. *J Urol*, 170: 259, 2003.

42. Gomez, R. A. and Norwood, V. F.: Developmental consequences of the renin-angiotensin system. *Am J Kidney Dis*, 26: 409, 1995.
43. Tufro-McReddie, A., Romano, L. M., Harris, J. M., Ferder, L., and Gomez, R. A.: Angiotensin II regulates nephrogenesis and renal vascular development. *Am J Physiol*, 269: F110, 1995.
44. Korner, I., van Gool, J. D., Ebert, M., and Schneble, F.: Imaging studies in infants and children with dilatation of the upper urinary tract. *Urologe A*, 49: 338, 2010.
45. Homsy, Y. L., Saad, F., Laberge, I., Williot, P., and Pison, C.: Transitional hydronephrosis of the newborn and infant. *J Urol*, 144: 579, 1990.
46. Tibballs, J. M. and De, B. R.: Primary vesicoureteric reflux--how useful is postnatal ultrasound? *Arch Dis Child*, 75: 444, 1996.
47. Toiviainen-Salo, S., Garel, L., Grignon, A., Dubois, J., Rypens, F., Boisvert, J. et al.: Fetal hydronephrosis: is there hope for consensus? *Pediatr Radiol*, 34: 519, 2004.
48. Kim, D. Y., Mickelson, J. J., Helfand, B. T., Maizels, M., Kaplan, W. E., and Yerkes, E. B.: Fetal pyelectasis as predictor of decreased differential renal function. *J Urol*, 182: 1849, 2009.
49. Mandell, J., Peters, C. A., and Retik, A. B.: Current concepts in the perinatal diagnosis and management of hydronephrosis. *Urol Clin North Am*, 17: 247, 1990.
50. Reddy, P. P. and Mandell, J.: Prenatal diagnosis. Therapeutic implications. *Urol Clin North Am*, 25: 171, 1998.
51. Kurjak, A., Kirkinen, P., Latin, V., and Ivankovic, D.: Ultrasonic assessment of fetal kidney function in normal and complicated pregnancies. *Am J Obstet Gynecol*, 141: 266, 1981.
52. Gordon I, Piepsz A, Colarinha P, Hahn K, Fischer S, Porn U, Sixt R, and Velzen J van. Leitlinien-Empfehlungen zur Durchführung der Nierenfunktionszintigraphie mit und ohne Furosemidbelastung-EANM-Leitlinie; 1999.
53. Beetz, R., Bartenstein, P., and Stein, R.: [Age-dependency of isotope drainage in diuretic renograms]. *Klin Padiatr*, 214: 104, 2002.
54. Ames, R. G.: Urinary water excretion and neurohypophysial function in full term and premature infants shortly after birth. *Pediatrics*, 12: 272, 1953.
55. Bildmaterial aus der urologischen Klinik der Charité. 2014.

56. Shokeir, A. A., El-Sherbiny, M. T., Gad, H. M., Dawaba, M., Hafez, A. T., Taha, M. A. et al.: Postnatal unilateral pelviureteral junction obstruction: impact of pyeloplasty and conservative management on renal function. *Urology*, 65: 980, 2005.
57. Beetz, R., Bokenkamp, A., Brandis, M., Hoyer, P., John, U., Kemper, M. J. et al.: [Diagnosis of congenital dilatation of the urinary tract. Consensus Group of the Pediatric Nephrology Working Society in cooperation with the Pediatric Urology Working Group of the German Society of Urology and with the Pediatric Urology Working Society in the Germany Society of Pediatric Surgery]. *Urologe A*, 40: 495, 2001.
58. O'Reilly P. Diuresis renography 8 years later:an update. *J Urol* 136:993-999; 1986.
59. Leitlinien Pädiatrische Nephrologie-http://awmf.org/upload/tx_szleitlinien/006-125.pdf.
60. Dwoskin, J. Y. and Perlmutter, A. D.: Vesicoureteral reflux in children: a computerized review. *J Urol*, 109: 888, 1973.
61. Lebowitz, R. L., Olbing, H., Parkkulainen, K. V., Smellie, J. M., and Tamminen-Mobius, T. E.: International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr Radiol*, 15: 105, 1985.
62. Ahmed, S., Crankson, S., and Sripathi, V.: Pelviureteric obstruction in children: conventional pyeloplasty is superior to endo-urology. *Aust N Z J Surg*, 68: 641, 1998.
63. Trendelenburg F. Über Blasenscheidenfisteloperationen und über Beckenhochlagerung bei Operationen in der Bauchhöhle. *Sammlung. KlinVort Leipzi Chir* 109:3373-3392; 1890.
64. Fenger, C.: I. Conservative Operative Treatment of Sacculated Kidney-Cystonephrosis. *Ann Surg*, 23: 637, 1896.
65. Fenger C. Operation for the relief of valve formation and stricture of the ureter in hydro- or pyonephrosis; *JAMA* 22:335-343; 1894.
66. Papin E. Les opérations conservatrices sanlantes dans l'hydronephrose. In: Papin E (ed)*Chirurgie du Rein*. Doin, Paris, 539-550; 1928.
67. Morris H. On the origin and progress of renal surgery. Cassell, London; 1898.
68. Kelly HA and Burnam CF. Diseases of the kidneys, ureters and bladder, Vol I. Appleton, New York, 181-315; 1914.
69. Albarran J. Cas de résection autoplastique du rein pour parer a une rétention rénale partielle. *Bull Acad Med* 40:59; 1898.

70. Albarran J. Operationen zur Korrektur der Einmündungsstelle des Ureters in das Nierenbecken. In: Albarran J Operative Chirurgie der Harnwege. Normale Anatomie und chirurgische pathologische Anatomie. Fischer, Jena; S 231-264; 1910.
71. Thomson-Walker JW. A contribution to the plastic surgery of the renal pelvis. Lancet S 373-376; 1906.
72. Quinby WC. A case of marked hypertension in a boy of fourteen associated with congenital hydronephrosis and nephritis. Bosto Med Surg J; 189;485-491; 1923.
73. Hellström J. Beitrag zur Behandlung der infolge von Ureterkompression durch Nierengefäße entstandenen Hydronephrose. Z Urol Chir 39; S 160-164; 1934.
74. Harris SH and Harris RGS. Renal sympatheticotonus; renal pain and renal sympathectomy. BR J Urol 2:367-374; 1930.
75. Oldham, J. B.: Denervation of the kidney. Ann R Coll Surg Engl, 7: 222, 1950.
76. Israel JA. Beitrag zur Ureterchirurgie. Zbl Chir 26:490-496; 1899.
77. Küster E. Ein Fall von Resektion des Ureter; Arch Klin Chir 44:850-854; 1892.
78. Krogus A. Zur Technik der Ureteropyeloneostomie. Zbl Chir 25:683-686; 1902.
79. Cheyne WW. Two cases of intermittent hydronephrosis, treated by operation. Lancet 1907:11-13.
80. Mynter, H.: VI. Case of Acute Intermittent Hydronephrosis From Valvular Stricture of the Ureter. Ann Surg, 18: 658, 1893.
81. von Lichtenberg A. Plasticsurgery of the renal pelvis and ureter. JAMA 93:1704-1708; 1929.
82. Lubash S. Uretero-pyeloneostomy for hydronephrosis:A new operative technique. J Urol 34:222-229; 1935.
83. Nesbit, R. M.: Elliptical anastomosis in urologic surgery. Ann Surg, 130: 796, 1949.
84. Anderson, J. C. and Hynes, W.: Retrocaval ureter; a case diagnosed pre-operatively and treated successfully by a plastic operation. Br J Urol, 21: 209, 1949.
85. Mcmartin, W. J., Culp, O. S., Flocks, R. H., Foley, F. E., Gibson, T. E., and Moore, T. D.: Panel discussion on hydronephrosis. Urol Surv, 7: 91, 1957.
86. Sigel A and Chlepas S. Pelviureteric obstruktion. Surgical pediatric Urology; Philadelphia; S 125-136; 1977.

87. Culp OS and de Weerd JH. A pelvic flap operation for certain types of ureteropelvic obstruction:Preliminary report. Proc Staff Meetin Mayo Clin 26:483-488; 1951.
88. Scaedino, P. L. and Prince, C. L.: Vertical flap ureteropelvioplasty. South Med J, 46: 325, 1953.
89. Davis DM. Intubated ureterotomy: A new operation for ureteral and ureteropelvic stricture. Surg Gynecol Obstet 76:513-516; 1943.
90. Ramsey JWH, Miller RA, Kellet MJ, Blackford HN, Wickham JEA, and Whitfield HM. Percutaneous pyelolysis:indications, complications and results. BR J Urol 56:586-590; 1984.
91. Kadir, S., White, R. I., Jr., and Engel, R.: Balloon dilatation of a ureteropelvic junction obstruction. Radiology, 143: 263, 1982.
92. Schuessler, W. W., Grune, M. T., Tecuanhuey, L. V., and Preminger, G. M.: Laparoscopic dismembered pyeloplasty. J Urol, 150: 1795, 1993.
93. Kavoussi, L. R. and Peters, C. A.: Laparoscopic pyeloplasty. J Urol, 150: 1891, 1993.
94. Sung, G. T., Gill, I. S., and Hsu, T. H.: Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: a pilot study. Urology, 53: 1099, 1999.
95. Clavien, P. A., Sanabria, J. R., and Strasberg, S. M.: Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. Surgery, 111: 518, 1992.
96. Ravish, I. R., Nerli, R. B., Reddy, M. N., and Amarkhed, S. S.: Laparoscopic pyeloplasty compared with open pyeloplasty in children. J Endourol, 21: 897, 2007.
97. Tanaka, S. T., Grantham, J. A., Thomas, J. C., Adams, M. C., Brock, J. W., III, and Pope, J. C.: A comparison of open vs laparoscopic pediatric pyeloplasty using the pediatric health information system database--do benefits of laparoscopic approach recede at younger ages? J Urol, 180: 1479, 2008.
98. Garcia-Aparicio, L., Blazquez-Gomez, E., Martin, O., Manzanares, A., Garcia-Smith, N., Bejarano, M. et al.: Anderson-hynes pyeloplasty in patients less than 12 months old. Is the laparoscopic approach safe and feasible? J Endourol, 28: 906, 2014.
99. Kutikov, A., Resnick, M., and Casale, P.: Laparoscopic pyeloplasty in the infant younger than 6 months--is it technically possible? J Urol, 175: 1477, 2006.
100. Neheman, A., Noh, P. H., Piaggio, L., and Gonzalez, R.: The role of laparoscopic surgery for urinary tract reconstruction in infants weighing less than 10 kg: a comparison with open surgery. J Pediatr Urol, 4: 192, 2008.

101. Blanc, T., Muller, C., Abdoul, H., Peev, S., Paye-Jaouen, A., Peycelon, M. et al.: Retroperitoneal laparoscopic pyeloplasty in children: long-term outcome and critical analysis of 10-year experience in a teaching center. *Eur Urol*, 63: 565, 2013.
102. Mei, H., Pu, J., Yang, C., Zhang, H., Zheng, L., and Tong, Q.: Laparoscopic versus open pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children: a systematic review and meta-analysis. *J Endourol*, 25: 727, 2011.
103. Piaggio, L. A., Franc-Guimond, J., Noh, P. H., Wehry, M., Figueroa, T. E., Barthold, J. et al.: Transperitoneal laparoscopic pyeloplasty for primary repair of ureteropelvic junction obstruction in infants and children: comparison with open surgery. *J Urol*, 178: 1579, 2007.
104. Braga, L. H., Lorenzo, A. J., Bagli, D. J., Mahdi, M., Salle, J. L., Khoury, A. E. et al.: Comparison of flank, dorsal lumbotomy and laparoscopic approaches for dismembered pyeloplasty in children older than 3 years with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*, 183: 306, 2010.
105. Herndon, C. D., Herbst, K., and Smith, C.: The transition from open to laparoscopic pediatric pyeloplasty: a single-surgeon experience. *J Pediatr Urol*, 9: 409, 2013.
106. Metzelder, M. L., Schier, F., Petersen, C., Truss, M., and Ure, B. M.: Laparoscopic transabdominal pyeloplasty in children is feasible irrespective of age. *J Urol*, 175: 688, 2006.
107. Szavay, P. O., Luithle, T., Seitz, G., Warmann, S. W., Haber, P., and Fuchs, J.: Functional outcome after laparoscopic dismembered pyeloplasty in children. *J Pediatr Urol*, 6: 359, 2010.
108. Jarrett, T. W., Chan, D. Y., Charambura, T. C., Fugita, O., and Kavoussi, L. R.: Laparoscopic pyeloplasty: the first 100 cases. *J Urol*, 167: 1253, 2002.
109. Rouviere, O., Lyonnet, D., Berger, P., Pangaud, C., Gelet, A., and Martin, X.: Ureteropelvic junction obstruction: use of helical CT for preoperative assessment--comparison with intraarterial angiography. *Radiology*, 213: 668, 1999.
110. Elmalik, K., Chowdhury, M. M., and Capps, S. N.: Ureteric stents in pyeloplasty: a help or a hindrance? *J Pediatr Urol*, 4: 275, 2008.
111. Woo, H. H. and Farnsworth, R. H.: Dismembered pyeloplasty in infants under the age of 12 months. *Br J Urol*, 77: 449, 1996.
112. Ansari, M. S., Mandhani, A., Singh, P., Srivastava, A., Kumar, A., and Kapoor, R.: Laparoscopic pyeloplasty in children: long-term outcome. *Int J Urol*, 15: 881, 2008.

113. Buttner, W., Finke, W., Hilleke, M., Reckert, S., Vsianska, L., and Brambrink, A.: [Development of an observational scale for assessment of postoperative pain in infants]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 33: 353, 1998.
114. Sweeney, D. D., Ost, M. C., Schneck, F. X., and Docimo, S. G.: Laparoscopic pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 21: 261, 2011.
115. Nerli, R. B., Reddy, M., Prabha, V., Koura, A., Patne, P., and Ganesh, M. K.: Complications of laparoscopic pyeloplasty in children. *Pediatr Surg Int*, 25: 343, 2009.
116. Penn, H. A., Gatti, J. M., Hoestje, S. M., DeMarco, R. T., Snyder, C. L., and Murphy, J. P.: Laparoscopic versus open pyeloplasty in children: preliminary report of a prospective randomized trial. *J Urol*, 184: 690, 2010.
117. Helmy, T. E., Harraz, A., Sharaf, D. E., El, D. Y., Hafez, A. T., Gad, H. et al.: Can Renal Ultrasonography Predict Early Success after Pyeloplasty in Children? A Prospective Study. *Urol Int*, 2014.
118. Almodhen, F., Jednak, R., Capolicchio, J. P., Eassa, W., Brzezinski, A., and El-Sherbiny, M.: Is routine renography required after pyeloplasty? *J Urol*, 184: 1128, 2010.
119. Reis, L. O., Ikari, O., Zani, E. L., Moretti, T. B., and Gugliotta, A.: Long-Term Results of Anderson-Hynes Pyeloplasty in Children: How Long Follow-Up is Necessary? *Eur J Pediatr Surg*, 2014.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Annika Klopfer, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Funktionelle Langzeitergebnisse nach konventionell-offener und laparoskopischer Nierenbeckenplastik im Kindesalter“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

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

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

Berlin, den 04.02.2015

Unterschrift

Lebenslauf

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

Danksagung

Ich möchte mich hiermit ganz herzlich bei Herrn PD Dr. med. Ahmed Magheli sowie Frau Dr. med. Barbara Erber für die sehr gute Unterstützung bedanken.

Desweiteren gilt Herrn PD Dr. med. Jonas Busch mein besonderer Dank, ohne ihn wäre die Statistik nur halb so lustig gewesen.

Ferner ein Dankeschön an Herrn Markus Loos für den technischen Beistand.

Zusätzlich ist der kinderurologischen Poliklinik und der kinderchirurgischen Klinik des Campus Virchow Klinikum Berlin, insbesondere Frau Dr. med. Petra Degenhardt mein Dank auszusprechen.

Ein besonderer Dank geht an meine Familie für die stetige Unterstützung auf all meinen beruflichen und privaten Wegen.



CharitéCentrum für Magen-, Darm-, Nieren- und Stoffwechselmedizin

**Klinik für Urologie
mit Hochschulambulanz**

Direktor
Prof. Dr. med. Kurt Miller
Internet: <http://urologie.charite.de>

Sekretariat
Tel. (030) 450-515052
Fax (030) 450-515915

Berlin, den 15.07.2011

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Rahmen meiner Dissertation an der urologischen Klinik der Charité Berlin mit dem Thema „funktionelle Langzeitergebnisse nach konventionell-offener und laparoskopischer Nierenbeckenplastik im Kindesalter“ führe ich eine Befragung der betroffenen Patienten durch. Diese Umfrage soll das Befinden der Kinder nach operativer Korrektur der Nierenbeckenabgangsstenose widerspiegeln.

Die retrospektive Arbeit hat das Ziel, die beiden Operationstechniken unter verschiedenen Gesichtspunkten zu vergleichen und die Vorteile und Nachteile dieser Verfahren herauszuarbeiten.

Des Weiteren möchten wir uns gerne mit Ihrem behandelnden Kinderurologen/Kinderarzt in Verbindung setzen um weitere Befunde (z.B. Sonographie, Nierenfunktionsszintigraphie, Laborwerte) bezüglich dieser Erkrankung zu erhalten.

Sie würden mir eine große Freude bereiten, wenn sie sich mit Ihrem Kind etwas Zeit nehmen und den Fragebogen gemeinsam ausfüllen. Für die Rücksendung des Fragebogens und der Erklärung bis zum 30.08.2011 an die unten stehende Adresse/Fax oder per Mail wäre ich Ihnen sehr dankbar.

Anbei sende ich Ihnen den Fragebogen sowie die Erklärung zur Entbindung der ärztlichen Schweigepflicht des behandelnden Kinderarzt/Urologe zur nephrologischen Befundauskunft.

Bei Fragen stehe ich Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Annika Klopfer

Rückantwort:
Urologische Klinik der Charité-
Universitätsmedizin Berlin
Charitéplatz 1 in 10117 Berlin
z.H. PD Dr. A. Magheli/ A. Klopfer
Per Mail an: annika.klopfer@charite.de
Fax: 030-450515924
Tel.: 0175-2064825

Name:

Geburtsdatum:

aktuelle Körpergröße:

aktuelles Gewicht:

1. Fühlst du dich zurzeit wohl?

Ja

Nein

2. Bist du mit dem Operationsergebnis zufrieden?

Ja

Nein

3. Hattest du nach der Krankenhausentlassung Schmerzen im Bereich der betroffenen Seite?

Ja

Nein

Wenn ja, wie lange und hast du etwas dagegen eingenommen?

.....

4. Fühlst du dich bei Bewegung/Sport auf Grund des Eingriffes eingeschränkt?

Ja

Nein

5. Kannst du bestimmte Übungen nicht durchführen?

Ja

Nein

Wenn ja, welche?

.....

6. Bist du mit der Narbe zufrieden?

Ja

Nein

Wenn nein, warum bist du nicht zufrieden?

.....

7. Gehst du regelmäßig zur kinderurologischen Kontrolluntersuchung?

Ja

Nein

Wenn ja, seit wann?

Wann war die letzte urologische Kontrolle?

8. Sind die Untersuchungsergebnisse nach der Operation zufriedenstellend?

Ultraschall: Ja

Nein

Szintigraphie: Ja

Nein

Blutwerte: Ja

Nein

.....
.....

9. Hattest du nach dem Eingriff erneut Probleme mit der Niere?

Ja

Nein

Wenn ja, welche und wie wurden diese behandelt?

.....
.....

10. Wurdest du nach der ersten Operation am Nierenbeckenabgang noch einmal an der Niere operiert?

Ja

Nein

Wenn ja, wann und was wurde operiert?

.....

11. Kreatininwert vor der Operation:

.....

12. letzter Kreatininwert nach der Operation und Datum der Abnahme:

.....

Adresse des behandelnden Arztes:

Entbindung der ärztlichen Schweigepflicht

Ich,, bestätige hiermit, dass unser/(-e) betreuender/(-de) Kinderarzt/Urologe/(-in) Herr/Frau Dr.....
Frau Annika Klopfer im Rahmen Ihrer Dissertation zum Thema „funktionelle Langzeitergebnisse nach konventionell-offener und laparoskopischer Nierenbeckenplastik im Kindesalter“ Auskunft über die prä- und postoperativen Nierenbefunde meines Kindes, geb. am, geben darf.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift