

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
der Marienhausklinik St. Josef Kohlhof
(Chefarzt: Prof. Dr. med. O. Schofer)
Universität des Saarlandes, Homburg

**Retrospektiver Vergleich von Diagnostik und Therapie
kindlicher Invaginationen vor und nach Einführung
sonographisch kontrollierter Desinvaginationen**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin
an der medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

2012

vorgelegt von

Manuela Jung

geboren am 01.03.1966

in St. Ingbert

Tag der Promotion:

Dekan:

Berichterstatter:

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung/Abstract	1
2.	Einleitung	4
2.1.	Historie, Definition und Epidemiologie der Invagination	4
2.2.	Klinische Symptomatik	7
2.3.	Diagnostik	8
2.4.	Therapie der Invagination	12
2.4.1.	Konservative Therapie	12
2.4.2.	Operation	17
2.5.	Fragestellung	18
3.	Material und Methoden	19
3.1.	Studiendesign und Gruppenbildung	19
3.2.	Diagnosesicherung und Behandlungsverfahren	20
3.3.	Definition von Früh- und Spätrezidiv	24
3.4.	Vorgehen bei der Kostenanalyse	25
3.5.	Erhobene Parameter und statistische Methoden	26
4.	Ergebnisse	28
4.1.	Beschreibung des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der 1. Invagination	28
4.2.	Alters- und Geschlechtsverteilung der Behandlungsfälle	29
4.3.	Verstrichene Zeit zwischen Beginn der klinischen Symptomatik und dem Therapiebeginn	31
4.4.	Verstrichene Zeit zwischen Krankenhausaufnahme und dem Therapiebeginn	32
4.5.	Verteilung der Diagnosen in den Untersuchungsgruppen	33
4.6.	Primäre Erfolgsrate der Desinvagination unter Röntgenkontrolle bzw. sonographischer Kontrolle sowie Operationsnotwendigkeit unter Berücksichtigung der Lokalisation des Invaginatkopfes	34
4.7.	Analyse der stationären Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von der Primärtherapie und der primären Erfolgsrate der Therapie	37
4.8.	Häufigkeit einer Rezidiv-Invagination	40
4.9.	Häufigkeit einer Darmresektionen in beiden Untersuchungsgruppen	44
4.10.	Häufigkeit von Spätkomplikationen in beiden Untersuchungsgruppen	45
4.11.	Therapiekosten/-gewinn	48
5.	Diskussion	50
6.	Literaturverzeichnis	65
7.	Publikation	71
8.	Danksagung	72
9.	Lebenslauf	73

Meinen Eltern Gertrud und Oskar Mack gewidmet

1. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Analyse wurden 161 Behandlungsfälle von 134 Patienten (68,7% männlich, 31,3% weiblich; Durchschnittsalter bei Erkrankung: 25,8 Mo.), die zwischen Januar 1981 bis Februar 2006 an der Kinderklinik Kohlhof in Neunkirchen/Saar wegen einer Darminvagination behandelt wurden in zwei Gruppen aufgeteilt und miteinander verglichen. Ziel der Arbeit war ein Vergleich der Kinder, die unter Röntgenkontrolle (Gruppe A) oder unter sonographischer Kontrolle (Gruppe B) desinvaginiert wurden.

Die Behandlung der Kinder erfolgte im Mittel binnen acht Stunden nach Auftreten der ersten Symptome. Nach Krankenhausaufnahme konnte in Gruppe B schneller als in A mit der Behandlung begonnen werden (1,1 h vs. 3,1 h). Ein leading point als Auslöser der Darminvagination fand sich überwiegend nicht (A: 68,4%; B: 56,7%). Ein primärer Behandlungserfolg der Invagination durch die nicht-operative Behandlung stellte sich bei röntgenologischer Kontrolle (A: 63%) deutlich seltener ein als unter sonographischer Kontrolle (B: 89%). In der Folge musste in Gruppe A häufiger nach einer primär erfolglosen Behandlung operiert werden (29,8%) als in Gruppe B (10,8%). Ein Früh-Rezidiv binnen 24 Stunden trat selten auf (A: 0%; B: 1%), ein Spät-Rezidiv fand sich in der Gruppe A (12,3%) seltener als in der Gruppe B (18,2%). Patienten mit mehrfachem Rezidiv entwickelten das Folgerezidiv zeitlich deutlich später (63,6 Tage) als Patienten mit nur einem Rezidiv (18,9 Tage). Besonders häufig traten Rezidive bei Lokalisation des Invaginatkopfes im Bereich des Caecum, des Colon ascendens und des Dünndarms auf. Darmresektionen waren in 5,6% der Fälle (A: 8,8%; B: 3,8%) erforderlich, Spätkomplikationen waren selten (A: 5,3%; B: 0%). Die Behandlungskosten nach DRG 2010 belaufen sich bei röntgenologisch kontrollierter Desinvagination im Mittel auf 4798 Euro/Behandlungsfall; unter sonographischer Kontrolle ist die Desinvagination mit 2486 Euro/Fall nur etwas mehr als halb so teuer für den Kostenträger. Der Leistungserbringer erwirtschaftet in beiden Fällen einen Gewinn von 2,2% (Kalkulation nach DRG 2010).

Die sonographisch kontrollierte Desinvagination ist erheblich kostengünstiger und deutlich seltener mit einer operativen Intervention verbunden als das röntgenologisch kontrollierte Behandlungsverfahren. Die etwas höhere Rezidivrate nach sonographisch

kontrollierter Desinvagination ist wahrscheinlich nicht auf die Methode zurückzuführen. Rezidive können in aller Regel erfolgreich unter sonographischer Kontrolle behandelt werden. Ein Mortalitätsrisiko ist bei zügiger Vorstellung und umgehender Behandlung des Patienten nicht vorhanden. Ein Rezidivrisiko ist dann in erhöhtem Maße vorhanden, wenn die Invagination im Bereich des Caecum, des Colon ascendens und des Dünndarms lokalisiert war. Die Rezidive treten selten in der Frühphase bzw. der Hospitalisierungsperiode nach der Primärbehandlung auf, sondern verstärkt innerhalb der ersten vier Wochen. Kinder mit ein- oder mehrfachen Rezidiven in der Anamnese sind einer besonders intensiven Nachbeobachtung zu unterziehen, da bei ihnen eine erhöhte Notwendigkeit für eine operative Versorgung besteht.

Abstract: Retrospective comparison of diagnostic and therapy of intestinal intussusception of children before and after introduction of sonographically controlled desinvagination

In this retrospective analysis 161 treatments of 134 patients (68.7% male, 31.3% female; mean age at start of disease 25.8 months), that had been treated during January 1981 and February 2006 at the Childrens Hospital Kohlhof, Neunkirchen/Saar because of intestinal intussusception, were put into two groups and compared with each other. The aim of the study was the comparison of children being desinvaginated under radiological (group A) or sonographical control (group B).

The treatment of the children began within eight hours after the first symptoms occurred. After hospital admission treatment could be started earlier in group B compared to group A (1.1 hours vs. 3.1 hours). A leading point as a trigger for the intestinal intussusception was usually not identified (A: 68.4%; B: 56.7%). The primary treatment success of the intestinal desinvagination by non-surgical treatment was significantly lower when using radiological control (A: 63%) than sonographical control (B: 89%). For that reason surgical treatment was necessary more frequently in group A (29.8%) than in group B (10,8%). An early relapse within 24 hours was rare (A: 0%; B: 1%). Late relapses were found less frequent in group A (12.3%) than in group B (18.2%), although we believe that this is not due to the method of desinvagination.

Patients suffering from multiple relapses developed an additional relapse later (63.6 days) compared to patients with only one relapse (18.9 days). Relapses were much more frequent if the invagination head was localized in caecum, colon ascendens or the small intestine. Intestinal resection was necessary in 5.6% of all cases (A: 8.8%; B: 3.8%). Late complications were rare (A: 5.3%; B: 0%), intestinal resection was necessary in 5.6% of all children. Treatment costs using radiologically controlled desinvagination were 4.798 Euro/treatment case and 2.486 Euro/treatment case if sonographical control was used. In both cases the hospital produced a financial profit rate of 2.2% (calculation according to DRG 2010).

Sonographically controlled desinvagination is remarkably more cost effective and produced much less surgical interventions compared to the radiological controlled desinvagination. But it shows a slightly increased relapse rate. As a rule, relapses could be treated successfully under sonographical control. If the patient is admitted within 6-8 hours, no mortality risk occurs. The relapse risk is increased if the invagination occurs in caecum, colon ascendens or small intestine. Relapses do occur only rarely during the early hospital period after the first therapy, but they occur more often within the first four weeks after discharge. Children with one or multiple relapses in their history should be monitored followed closely because the necessity of surgical intervention is increased.

2. Einleitung

2.1. Historie, Definition und Epidemiologie der Invagination

Der Blick in die Geschichte zeigt, dass das Problem der Darminvagination (engl. Intussusception) bereits ein seit Tausenden von Jahren bekanntes Phänomen ist. Bereits dem in Griechenland wirkenden Arzt Hippokrates wird nachgesagt, der Erstbeschreiber der Darminvagination zu sein (Lloyd 1983). Der Wahrheitsgehalt dieser Zuschreibung kann natürlich aus heutiger Perspektive nicht mehr mit ausreichender Sicherheit validiert werden.

Stringer und Willetts (2000), die sich mit der historischen Perspektive der Darminvagination beschäftigten, sind sich selbst nicht sicher, ob Hippokrates tatsächlich der Unterschied zwischen der Darminvagination und anderen Formen eines Ileus geläufig war. Nach ihrer Meinung stammt der erste verlässliche Bericht erst aus dem 17. Jahrhundert vom Amsterdamer Chirurgen Paul Barbette und drei Jahre später beschrieb der Schweizer Johann Peyer die Darminvagination und den Volvulus (Darmverschlingung) des Dünndarms (Peyer 1677, Stringer und Willetts 2000).

John Hunter, der zwischen 1728 bis 1793 lebte, wird von Palmer (1837) mit den Worten zitiert: *"this disease happens most frequently in the first fifteen years of life, not occurring so commonly in older people, neither does it, I believe, ever take place in colon itself, although we find that gut affected by it."* Damit könnte Hunter als erster Autor angesehen werden, der Erkrankungsalter und Häufigkeit der Darminvagination beschrieb (Stringer und Willetts 2000). Hunter soll zudem zwischen der von ihm als Introsusception“ bezeichneten und am Analrand lokalisierten Intussusception sowie dem rektalen Prolaps unterschieden haben: *"A prolaps ani differs from introsusception as not being contained in a gut: for, instead of having an inclosing gut inverting itself by its own action, there is an inclosed gut protruded by the action of the abdominal muscles and the passing of the faeces through it, and the point of inversion is at the extremity of the protrusion, and as it inverts it pushes out of the body"* (Stringer und Willetts 2000).

Nach heutigem Kenntnisstand gilt die akute Darminvagination als eine prograde Einstülpung eines Darmabschnittes in den auf diese Einstülpung folgenden Abschnitt des Verdauungskanals. Durch die ständige Eigenbewegung des schlauchförmigen Organs schiebt sich der Darm immer weiter vor und eine rohrförmige Ausstülpung entsteht (Pabst 2007, Rohrschneider 1997) - siehe Abbildung 1.

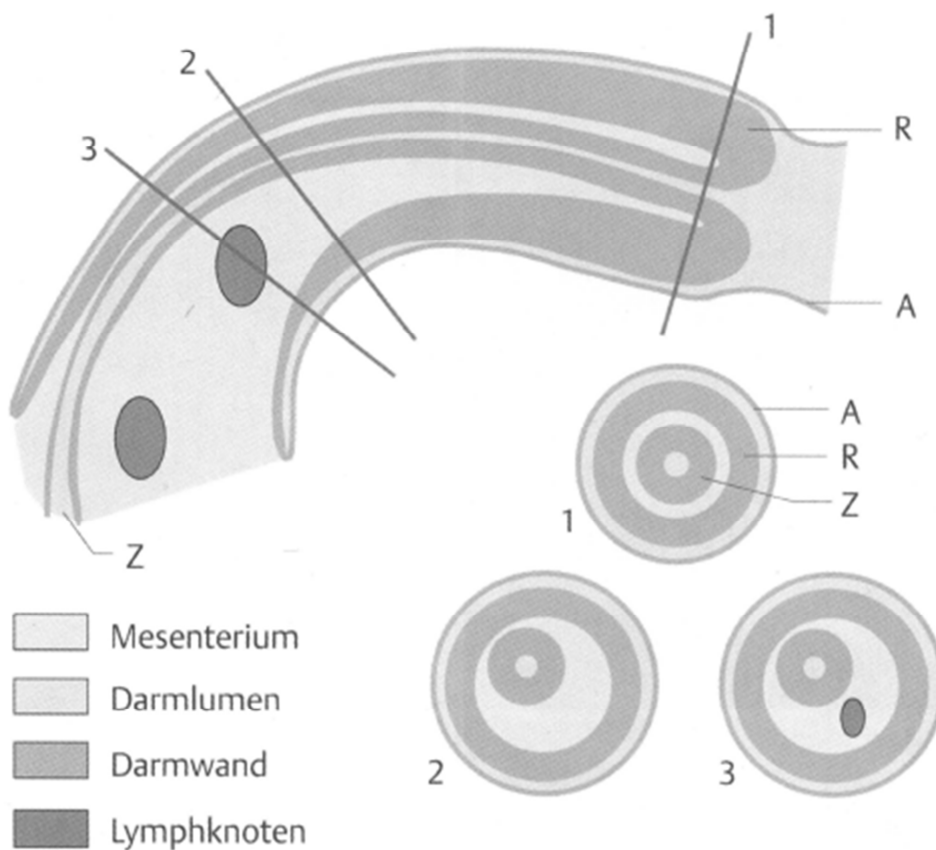


Abbildung 1: Die graphische Darstellung (entnommen aus Pabst 2007; S. 1 unter Hinweis auf Langen und Staats 2005) gibt eine Übersicht über die anatomischen Verhältnisse bei einer Darminvagination anhand einer entsprechenden Bezifferung. Der Invaginatkopf beginnt an durch Ziffer 1 markierten Schnittebene (siehe auch Kreis 1). In Richtung der Schnittzonen 2 und 3 (siehe auch die entsprechend bezifferten Kreise) ist die sich bildende Darmschlinge (Z) abgebildet, die immer dünner ausläuft. Im Mesenterium finden sich zwei Lymphknoten (dunkel markiert), die sich im rückläufigen Darmanteil (R) befinden.

Eine Darminvagination findet sich bei Kinder unter zwei Jahren am häufigsten und gilt nach Fischer et al. (2004) als häufigster Grund für eine intestinale Obstruktion. Die Untersuchung dieser Autoren in einer dänischen Kohorte zeigt, dass die Inzidenz von Darminvaginationen zwar rückläufig ist, jedoch immer noch 7,1 Fälle pro 10.000 Personenjahre beträgt. Im Altersbereich zwischen dem dritten Lebensmonat und dem zweiten Lebensjahr treten am häufigsten idiopathische und ileokolische Invaginationen auf (Ong und Beasley 1990). Bei jüngeren und älteren Kindern wiederum liegen gehäuft enteroenteral lokalisierte Invaginationen vor, die als anatomischen Auslöser den sog. Führungspunkt/leading point (eingestülptes Merkel-Divertikel, Darmpolypen, Lymphome, Duplikationszysten, Hämangiome oder Dünndarmhämatome bei Purpura Schönlein-Henoch) gemeinsam haben (Ong und Beasley 1990) - siehe Abbildung 2.

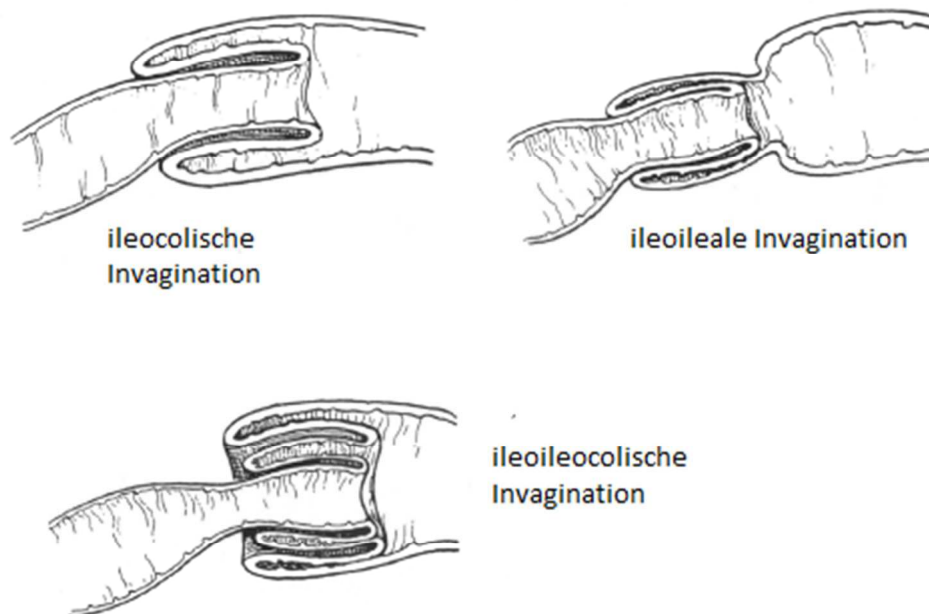


Abbildung 2: Die graphische Darstellung (modifiziert nach Pabst 2007; S. 2 unter Hinweis auf Parker 2004) illustriert unterschiedlich ausgeprägte Befunde, die im Rahmen einer Darminvagination auftreten können. Es können eine ileocolische, ileoileale oder ileoileocolische Darminvagination auftreten.

Allerdings liegen nach Huppertz et al. (2006) bei maximal 11% (Median 3%) der Erkrankungsfälle solche Führungspunkte vor, so dass die Mehrzahl der Darminvaginationsfälle demnach eine idiopathische Genese aufweist. Dieser Ansicht steht eine Untersuchung von Staatz et al. (1998) gegenüber, die am Universitätsklinikum Aachen 148 Kinder im Alter zwischen zwei Monaten und 18 Jahren untersuchten. Diese repräsentierten 155 Darminvaginationsfälle. Ultrasonographisch wurde von den Autoren nach einer Ursache im Sinne eines Führungspunktes vor und nach Therapie der Darminvagination gesucht. Dabei ergab sich bei 18,7% der Fälle eine mesenterale Lymphadenitis und bei 60,6% fanden sich Keimnachweise im Stuhl (Adenoviren, Yersinia, Staphylococcus aureus). Der Anteil von Kindern mit einer klassischen Symptomentrias aus abdominellen Schmerzen, Erbrechen und rektalen Blutungen betrug nur 21%, während 21,9% Durchfall und 18% Fieber aufwiesen. Die Autoren gelangten zu der Überzeugung, dass eine intestinale Infektion mit oder ohne sonographisch erkennbarer mesenterialer Lymphadenitis der häufigste Grund für eine Darminvagination bei Kindern ist.

Die Invagination ihrerseits ist die häufigste Ursache für eine akute intestinale Obstruktion bei Säuglingen und Kleinkindern. Die Inzidenz der Darminvagination bei Säuglingen und Kleinkindern wird primär auf der Basis von Klinikstatistiken erhoben. In einer WHO-Studie von Bines und Ivanoff (2002) wird dabei für Europa eine Inzidenz der akuten Invagination von 1,1-4,3 pro 1.000 Lebendgeburten bzw. von 0,66-1,2/1.000 Lebendgeburten für Kinder im Alter unter einem Jahr angegeben. Damit liegt sie ähnlich hoch wie in Nordamerika (0,5-2,3/1.000 Lebendgeburten) und Australien/Neuseeland (0,64/1.000 Lebendgeburten).

2.2. Klinische Symptomatik

Wie bereits oben illustriert, kommt es während der Darminvagination zu einer Verschiebung von Darmabschnitten. Durch die damit verbundene starke Gewebsbelastung wird die Blutzufuhr vermindert und am Ende des Prozesses tritt ein Ödem in der Zone der angrenzenden Darmwand auf (Rohrschneider 1997). Letztlich kann eine Stauungsblutung in den Darm hinein entstehen. Die arterielle Versorgung des Darmgewebes

nimmt mit steigender Dauer der Invagination ab. Der Ablauf des gesamten Prozesses der Darminvagination unterliegt einer starken Variabilität. Es kann einerseits eine spontane Reposition des Darminvaginates erfolgen, andererseits ist ein mehrfaches Aufeinanderfolgen von Einstülpung und Ausstülpung möglich (Swischuck et al. 1994, Rohrschneider 1997). Wird die Invagination nicht umgehend diagnostiziert und therapiert, kann die Erkrankung mit dem Tod des Patienten enden (Huppertz et al. 2006).

Die klassische Trias der klinischen Symptomatik einer Darminvagination setzt sich nach Huppertz et al. (2006) zusammen aus Abdominalschmerzen, tastbarer walzenförmigen Tumor und blutigem Stuhl. Die Schmerzen treten in Intervallen auf, die Schreiperioden werden typischerweise durch schmerzfreie Intervalle unterbrochen. Das im Rahmen der analen Blutung abgesetzte Blut ist hellrot bis johannisbeerrot und gelartig (Huppertz et al. 2006). In einer Studie von Saleem et al. (2008) wiesen von 109 Kindern mit Darminvagination im Alter von 16,3 Monaten insgesamt 92% Erbrechen, 80% abdominelle Schmerzen, 78% rektale Blutungen sowie 65% tastbare abdominelle Massen auf. Zusätzlich zu den bereits geschilderten Symptomen können die betroffenen Kinder auch weitere Symptome wie Verstopfung, Durchfall, Fieber, Dehydration und Schockzeichen aufweisen und die massive Symptomatik führt die Eltern zügig in medizinische Behandlung (Huppertz et al. 2006). In der Studie von Saleem et al. (2008) lag die mittlere Zeitspanne zwischen dem Auftreten der ersten Symptome bis zur Klinikaufnahme bei 46 Stunden. Eine möglichst kurze Zeitspanne ist vorteilhaft, denn eine verzögerte Diagnose und Therapieeinleitung führt zu einer Verschlechterung der Prognose.

2.3. Diagnostik

Eine alleinige Diagnosestellung der Darminvagination aufgrund der klinischen Symptomatik führt zu initialen Fehldiagnosen in etwa der Hälfte der Fälle. Beasley et al. (1988) konnten auf der Basis von 630 Darminvaginationsepisoden von 602 Kindern, die über einen 15jährigen Zeitraum in die Notaufnahme einer australischen Kinderklinik eingewiesen worden waren, feststellen, dass bei 305 Diagnosefällen aufgrund der

klinischen Symptomatik eine Darminvagination entweder nicht erkannt oder die für die Diagnosestellung der Erkrankung notwendigen diagnostischen Maßnahmen nicht eingeleitet worden waren.

Die Ultraschalluntersuchung des Abdomens ist bei Verdacht auf Darminvagination die bildgebende Methode der Wahl. Die diagnostische Genauigkeit ist von der Erfahrung des Untersuchers abhängig, kann jedoch in Kinderzentren eine Sensitivität von 97,5% und eine Spezifität von 99% erreichen (Ellerkamp und Schellinger 2008).

Die sonographische Darstellung der Invagination hängt davon ab, in welcher Ebene sie dargestellt werden kann. Im Querschnitt stellt sich nach Rohrschneider (1997) eine Invagination als Kokarde oder Target dar und zwar in Form einer 2,5 bis 4 cm großen rundlichen Struktur. Jene ist wiederum aus kreisförmig abwechselnd echoarm bzw. echoreich erscheinenden Strukturen aufgebaut. Aufgrund der Tatsache, dass die verschiedenen Schichten der angrenzenden Darmwand eine unterschiedliche Echogenität besitzen, ergibt sich das von Rohrschneider (1997) dargestellte typische sonographische Bild der Darminvagination (siehe Abbildung 3).

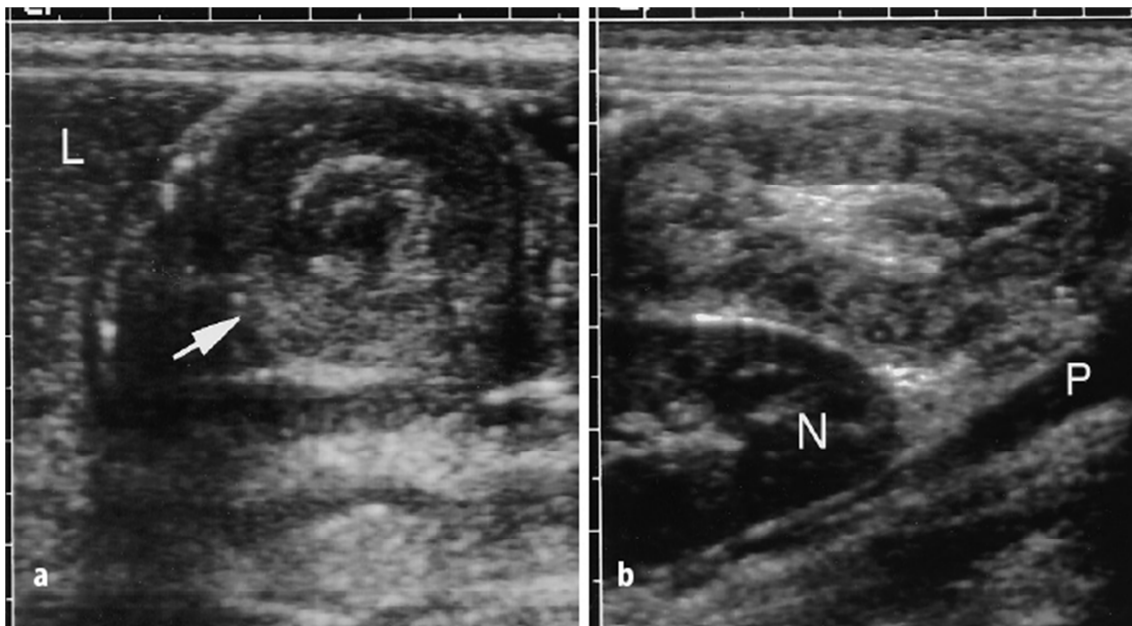


Abbildung 3: es handelt sich um eine sonographische Aufnahme einer Darminvagination (entnommen aus: Rohrschneider 1997, S.447). Im linken Bild (a) demonstriert der Pfeil die Leitstruktur kaudal am unteren Leberrand (=Invagnationsquerschnitt). Im rechten Bild (b) des Autors hat sich eine Pseudoniere ventral der Niere (N) gebildet. Der Psoasmuskels (P) resultiert nach Angaben des Autors als Folge der longitudinalen sonographischen Schnittführung.

Die Anzahl der sonographisch nachweisbaren Ringstrukturen ist einerseits von der Leistungsfähigkeit des Sonographiegerätes bestimmt, andererseits beeinflusst auch die Zeitdauer des Bestehens und der Umfang der Darminvagination dieses sonographische Charakteristikum. Das Target kann sich auch als exzentrisch gelegene, echogene halbmondförmige Struktur präsentieren, wobei es sich um das ebenfalls mitinvaginierte Mesenterium handeln kann. Eine sog. Pseudonieren-Figur tritt auf, wenn die Invagination sonographisch in Längsrichtung getroffen wird (Rohrschneider 1997).

Nach Rohrschneider (1997) ist es auch möglich, invaginierte mesenteriale Lymphknoten nachzuweisen. Diese zeigen sich zwischen dem Invaginat und dem Invaginans liegend in Form ovalärer, etwa 1 cm großer Strukturen (siehe Abbildung 4).

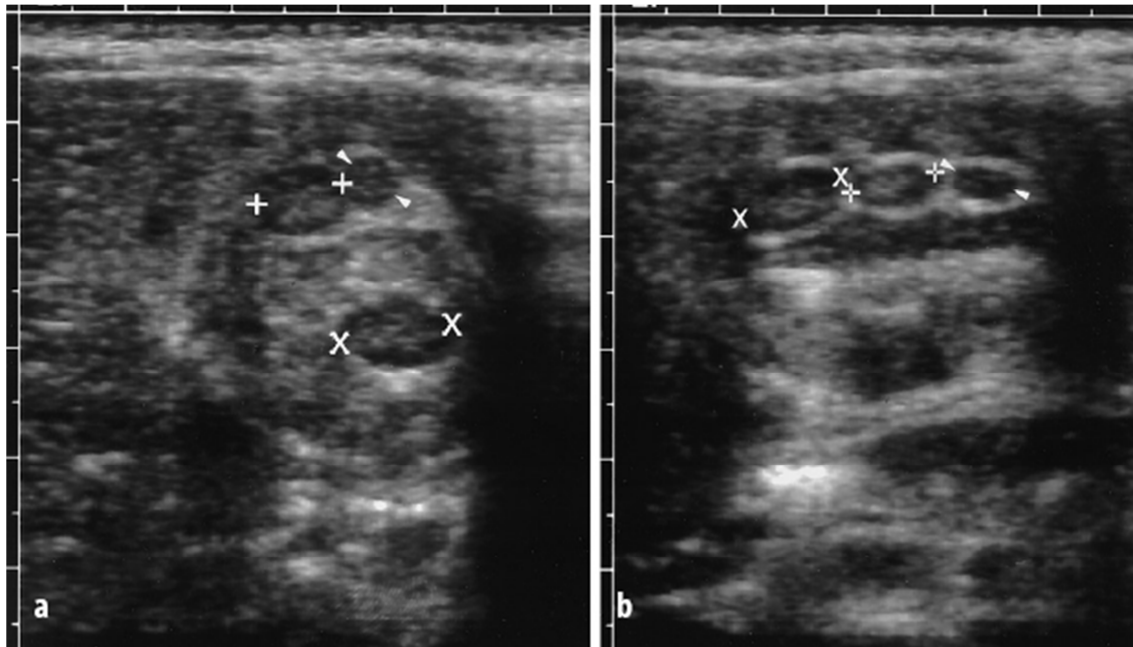


Abbildung 4: Darstellung exzentrisch gelegener Lymphknoten (markiert durch +, x und Pfeilköpfe) zwischen Invaginat und Invaginans im sonographischen Querschnitt (a) und sonographischen Längsschnitt (b) durch die Invagination (Rohrschneider 1997)

In der Sonographie präsentieren sich enteroenterale Invaginationen in typischer Weise. Dabei werden nach Rohrschneider (1997) zwei Targetfiguren nachgewiesen (sog. „double-target-sign“). Davon abzugrenzen sind nach diesem Autor die allein im Kolon lokalisierte Invagination sowie die jejuno-jejunale oder ileoileale Invagination. Die erstgenannte Form der Invagination zeichnet sich durch eine peritoneale Anheftung aus,

welche als singuläres sonographisches Schnittbild dargestellt werden kann. Die beiden letztgenannten Invaginationen werden im sonographischen Bild mehrfach dargestellt, was sich nach Rohrschneider (1997) aus der starken Beweglichkeit der Dünndarmschlingen heraus erklärt (siehe Abbildung 5).

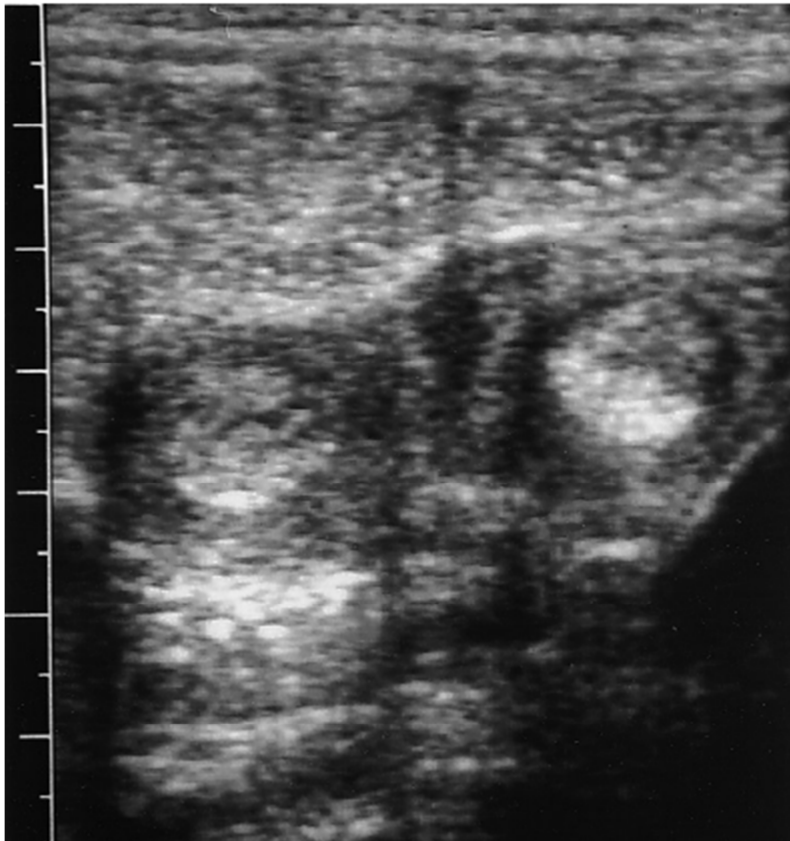


Abbildung 5: Double-target-sign bei enteroenteraler Invagination (Rohrschneider 1997). Die Mobilität des Dünndarms führt bei einer längerstreckigen Invagination zu einer zweimaligen Darstellung in nur einer Schnittebene.

Gelingt der sonographische Nachweis einer Invagination, müssen diagnostisch mögliche Begleitkomplikationen abgeklärt werden. Hierbei müssen nach Rohrschneider (1997), Swischuk und Stansberry (1991) und del Pozo et al. (1999) sonographisch Anzeichen gesucht werden für:

- freie intraperitoneale Flüssigkeit (Gefahr einer bereits bestehenden Perforation oder Peritonitis)

- dilatierte, flüssigkeitsgefüllte Dünndarmschlingen (Zeichen eines mechanischen Ileus)
- sonstige Hinweise auf Veränderungen (Lymphknoten innerhalb und außerhalb des Invaginales, innerhalb des Invaginales liegender Appendix, Tumore, Divertikel, Zysten).

Ein diagnostischer Röntgen-Kontrasteinlauf gilt als überholt (Ellerkamp und Schellinger 2008). Rohrschneider (1997) erwähnt noch die Möglichkeit der Abdomen-Übersichtsaufnahme, sieht diese aber wegen einer niedrigen Treffsicherheit von lediglich 50% als unsicher.

2.4. Therapie der Invagination

2.4.1. Konservative Therapie

Schon Hippokrates wird der Vorschlag zugeschrieben, bei Vorliegen einer Darminvagination Einläufe mit kleinen Mengen Öl vorzunehmen. Würde die Wirkung ausbleiben, sollte man sogar mit einem Blasebalg Luft in den Anus applizieren (Lloyd 1983).

Diese Empfehlungen von Hippokrates sind insofern bemerkenswert, als dass auch heute noch diese Instillationstechniken die bevorzugte konservative Therapieoption bei der Darminvagination darstellen. Durch die kontrollierte Zufuhr von Flüssigkeiten oder Gasen gelingt der Aufbau eines Druckgradienten. Entlang des Druckgradienten wird der Invaginatkopf so weit nach oralwärts zurückgeschoben, bis sich die Darminvagination am Ort ihrer Entstehung auflöst. Die Therapie gilt als erfolgreich, wenn das Invaginat nicht mehr bzw. wenn das instillierte Gas bzw. die eingesetzte Flüssigkeit in den unteren Dünndarmschlingen nachgewiesen werden kann (Pabst 2007, Rohrschneider 1997).

Vor Durchführung der konservativen Therapie muss beim Patienten ein intravenöser Zugang und eine Magensonde gelegt werden. Eine medikamentöse Analgosedierung des Patienten ist empfehlenswert (z.B. mit Diazepam oder Chloralhydrat rektal oder

Midazolam/Ketamin i.v.). Dadurch kann der Patient ruhig gestellt und der intra-abdominellen Druck gleichzeitig gesenkt werden. Die Möglichkeit einer schnellen kinderchirurgischen Versorgung muss jedoch gewährleistet sein, da im Rahmen der konservativen Behandlung eine iatrogene Darmperforation auftreten kann (Rohrschneider 1997).

Zum Aufbau des für die Lösung der Invagination notwendigen Druckgradienten ist nach Rohrschneider (1997) bzw. Schmitz-Rode et al. (1991) die Verwendung eines Darmrohres erforderlich, dessen Volumen so groß wie möglich gehalten sein soll. Der Einsatz von Ballonkathetern wird von Rohrschneider (1997) unter Bezugnahme auf ältere Literaturstudien (Gu et al. 1988, Guo et al. 1986, Katz et al. 1993, Stringer und Ein 1990) kritisch gesehen. Als Ursache für die Bewertung führt er an, dass die etwas höhere Erfolgsrate durch ein erhöhtes Perforationsrisiko erkaufte würde.

Nach Pabst (2007) gibt es derzeit vier therapeutische Alternativen zur erfolgreichen Therapie der Invagination:

- 1) fluoroskopisch kontrollierte Reposition der Invagination mittels Bariumsuspension oder jodhaltigem Röntgenkontrastmittel.
- 2) fluoroskopisch kontrollierte pneumatische Reposition mittels Luft, Sauerstoff oder CO₂.
- 3) sonographisch kontrollierte pneumatische Reposition mittels Luft oder CO₂.
- 4) sonographisch kontrollierte hydrostatische Reposition mit Kochsalzlösung, Hartmann'scher Lösung oder Wasser

Nach Meinung von Pabst (2007) wird die *fluoroskopisch kontrollierte Reposition mittels Bariumkontrastmitteleinlauf* seit den 1920er Jahren verwendet. Vermutlich aus Kostengründen wurde Bariumsulfat den teureren wasserlöslichen Kontrastmitteln vorgezogen (Campbell 1989, Rohrschneider 1997). Die therapeutische Vorgehensweise erfordert das rektale Einführen des Darmrohres und die fortgeführte Instillation des Kontrastmittels unter radiologischer Kontrolle bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Bildung des Invaginationkopfes erfolgreich durchgeführt ist. Der Druckgradient wird durch Einfüllen weiteren Kontrastmittels erhöht, dadurch wird der Invaginationkopf nach oralwärts zurückgeschoben. Das Durchleuchtungsfeld sollte während des Vorgehens

möglichst groß gewählt werden, um eine etwaige iatrogene Reposition des Invaginated erkennen zu können (Rohrschneider 1997). Die Reposition ist als erfolgreich anzusehen, sobald erkennbar wird, dass das zugeführte Kontrastmittel in das terminale Ileum übertritt. Gelingt eine vollständige Rückverlagerung des Invaginatkopfes nicht oder nicht vollständig, hängt es vom aktuellen Zustand des kindlichen Patienten ab, ob nach zwischenzeitlicher Darmentleerung weitere Repositionsversuche durchgeführt werden können (Rohrschneider 1997, Müller-Leise und Tröger 1988). Die Verfügbarkeit preislich günstigerer wasserlöslicher Röntgenkontrastmittel hat den Einsatz der Bariumsuspension in den Hintergrund treten lassen (Pabst 2007, Langen und Staatz 2005).

Nach Pabst (2007) hat die fluoroskopisch kontrollierte Reposition mittels Bariumkontrastmitteleinlauf sowohl Vorteile als auch Nachteile. Als Vorteil führt sie die in der therapeutischen Anwendung seit langem erfahrenen Radiologen und Kinderchirurgen sowie die breite Verfügbarkeit der für den Eingriff nötigen apparativen Voraussetzungen in den klinischen Einrichtungen Europas und Nordamerikas an. Von Nachteil ist ihrer Meinung nach jedoch die Perforationsgefahr zwischen 0-3% (Danemann und Navarro 2004) und eine chemisch bedingte Peritonitis durch Barium und Faeces im Falle einer Perforation (del Pozo et al. 1999). Wenn eine Perforation und eine peritoneale Kontamination auftritt, so sei diese meist umfangreicher als bei der noch zu schildernden pneumatischen Repositionstechnik (Shiels et al. 1993). Würden wasserlösliche Kontrastmittel eingesetzt, könne es gelegentlich zu gering ausgeprägten peritonealen Veränderungen (Adhäsionen, granulomatöse Reaktionen, gefangener Ascites) kommen (del Pozo et al. 1999). Zudem sei die Strahlenbelastung sowie ggf. erhöhte Röntgenkontrastmittelkosten bei einigen wasserlöslichen jodhaltigen Kontrastmitteln zu bedenken.

Als weitere Methode nennt Pabst (2007) die *fluoroskopisch kontrollierte pneumatische Reposition*, welche zu Beginn der 1950er Jahre in Argentinien durch Fiorito und Cuestas (1959) bzw. Anfang der 1960er Jahre in China durch Jinzhe et al. (1986) eingeführt worden sei und sich seit den 1980er Jahren im Westen durchzusetzen beginne (Rohrschneider 1997). Im Gegensatz zur oben beschriebenen Flüssigkeitsmethode wird bei diesem Verfahren der nötige Druckgradient durch eine Hand-

ballonpumpe mittels Luft (seltener CO₂) über das eingeführte Darmrohr aufgebaut. Besondere apparative Modelle erlauben eine parallele Druckkontrolle innerhalb des Darmlumens (Rohrschneider 1997, Shiels et al. 1991). Der Eingriff wird als Erfolg bewertet, wenn sich ein Übertritt des instillierten Gases in den Dünndarm nachweisen lässt (Rohrschneider 1997, Jinzhe et al. 1986). Füllt sich das terminale Ileum während der Prozedur jedoch vorzeitig, ist im Einzelfall eine verwertbare Aussage über den Behandlungserfolg eingeschränkt oder gar nicht zu treffen (Rohrschneider 1997, Hedlund und Johnson 1990). Um diesem Problem zu begegnen, ist eine modifizierte Behandlungstechnik erforderlich, bei der in einem ersten Schritt der Invaginatkopf mit wasserlöslichem Kontrastmittel dargestellt wird. Erst im zweiten Schritt erfolgt dann die Reposition des Invaginatkopfes mittels Gasinsufflation. Im Röntgenbild ergibt sich auf diese Weise ein Doppelkontrast an der Flüssigkeits-/Gas-Grenze. Dies erleichtert die Bewertung des Behandlungserfolgs im Vergleich zur Methode mit alleiniger Luftinstillation über das Darmrohr (Rohrschneider 1997).

Pabst (2007) sieht die Vorteile dieser Methode in deren niedrigen Kosten, einer schnellen, sauberen und leichten Durchführbarkeit sowie der Kontrollierbarkeit des applizierten Drucks. Sollte während des therapeutischen Vorgehens eine iatrogene Perforation ausgelöst werden, hat die Methode mittels Gasinsufflation den Vorteil einer fehlenden Kontaminationsgefahr durch das ansonsten übliche Kontrastmittel. Zudem ist die Menge etwaig durch die Perforation vordringenden Faeces wegen der kleineren Perforationen niedriger (Rohrschneider 1997, Shiels et al. 1993). Die Methode zeigt nach Pabst (2007) zudem höhere Erfolgsquoten (51-95%) als die Repositionsmethode mittels Bariumkontrastmittel (13-87%) (Daneman und Navarro 2004, Gu et al. 2000).

Von Nachteil seien nach Pabst (2007) jedoch die höheren Perforationsraten der pneumatischen Repositionsmethode mit bis zu 6% (Danemann und Navarro 2004). Zusätzlich entstehe die Gefahr eines Spannungspneumoperitoneums (Littlewood-Teele und Vogel 1998, Jinzhe et al. 1986, Gu et al. 1988). Durch die luftgefüllten Darmschlingen sei die Erkennung des Therapieerfolgs erschwert und auch das Vorliegen einer Perforation ließe sich dadurch schwieriger diagnostizieren (Pabst 2007, Langen und Staatz 2005, Danemann und Navarro 2004).

Als dritte therapeutische Alternative nennt Pabst (2007) die *sonographisch kontrollierte Reposition der Invagination mittels Luft*, bei der es sich um eine Weiterentwicklung der obigen Methode handele. Verschiedene japanische, chinesische und koreanische Studien (Todani et al. 1990, Gu et al. 2000, Yoon et al. 2001) konnten nach Pabst (2007) demonstrieren, dass sich auch unter Ultraschallkontrolle eine hohe Repositionsrate (90-95%) erzielen lässt. Der Vorteil der sonographisch kontrollierten Vorgehensweise im Gegensatz zur fluoroskopisch kontrollierten Reposition läge im Fehlen einer Strahlenbelastung.

Als letzte Methode, so Pabst (2007), sei die *sonographisch kontrollierte hydrostatische Reposition der Darminvagination* zu nennen, die nach Rohrschneider (1997) auf Kim et al. (1982) zurückzuführen sei. Rohrschneider (1997) führt das technische Vorgehen aus. Die Reposition würde unter sonographischer Sicht mittels rektal einlaufender physiologischer Kochsalzlösung erzielt. Der Patient würde bei adäquater Außentemperatur (unter Infrarotlampe) in einer Repositionswanne gelagert, so dass das Kind während der Therapie warm und trocken bliebe. Der in einer Höhe von etwa einem Meter über dem Behandlungstisch angebrachte Einlaufbeutel enthält die auf Körpertemperatur vorgewärmte plasmaitone Flüssigkeit, die über das großkalibrige Darmrohr ohne Ballonokklusion rektal eingebracht würde. Auf diese Weise könne ein intraluminaler Druck von 60-100 mmHg erreicht werden, der durch eine manuelle Luftinsufflation sogar noch gesteigert werden könne (maximal 120 mmHg). Für das sonographische Monitoring sei ein hochauflösendes Ultraschallgerät mit nahfokussierendem Linearschallkopf erforderlich. Die sonographische Überwachung erlaube die Beobachtung des Zurückdrängens des Invaginatkopfes. Als Kriterium für den Repositionserfolg sei die Bewegung des Invaginatkopfes über die Ileozokalklappe hinweg mit dem Verschwinden der Invaginationssfigur anzusehen einschließlich der Darstellung der freien Ileozökalklappe, eines sichtbaren Reflux von Flüssigkeit aus dem Zökum in das terminale Ileum durch die Bauhin'sche Klappe und den Nachweis von flüssigkeitsgefüllten Ileumschlingen. Der Einlauf könne bei Ausbleiben eines initialen Erfolgs mehrmals wiederholt werden. Allerdings seien Ruhepausen zwischen den Therapieversuchen für den kindlichen Patienten angezeigt (Rohrschneider 1997).

Vorteile dieser Therapieform der Darminvagination liegen nach Pabst (2007) im Fehlen einer Strahlenbelastung und fehlendem Zeitdruck (Peh et al. 1996), der Möglichkeit zur Wiederholung der Prozedur, der Verwendung von Kochsalzlösung (alternativ: Hartmann'sche Lösung oder Wasser) anstelle von Bariumsulfat mit entsprechend geringeren Nebenwirkungen für den Patienten. Das Verfahren erlaube eine permanente Kontrolle des Repositionsvorganges mit schnellem und sicheren Erkennen einer iatrogenen Perforation. Die Perforationsrate liege mit 0-4,3% niedriger als bei einer pneumatischen Reposition (Pabst 2007, Danemann und Navarro 2004). Der Repositionserfolg könne genau kontrolliert werden durch die direkte Darstellung der Bauhin'schen Klappe, des terminalen Ileums und eines eventuellen Restinvinates. Das Verfahren sei schnell, kostengünstig, risikoarm und hätte hohe Erfolgsraten (67-96%) (Pabst 2007, Danemann und Navarro 2004).

2.4.2. Operation

Eine operative Versorgung einer Darminvagination ist nach Rohrschneider (1997) erst dann angezeigt, wenn die konservative Behandlung misslungen ist oder Kontraindikationen (hypovolämischer Schock, Perforation, Peritonitis) vorliegen. Das Vorliegen eines Führungspunktes (lead point) kann seiner Meinung nach ebenfalls Anlass für eine primäre oder sekundär durchgeführte Operation sein. Eine prolongierte Anamnesedauer und der Ileus stellten demgegenüber keine Operationsindikation dar (Gu et al. 1988, Katz et al. 1993, Rohrschneider 1997).

In den USA ist die Rate an Operationen bei Kindern mit Darminvagination besonders hoch. Ob dort ein Kind mit Darminvagination eher einer operativen oder konservativen Therapie zugeführt wird, hängt von der behandelnden Klinik ab. Jen und Shew (2009) wiesen in einer Vergleichsstudie zwischen Kinder- und Nicht-Kinderkliniken auf der Basis von 1263 Kindern mit idiopathischer Darminvagination im Alter zwischen zwei Monaten und drei Jahren nach, dass Kinder, die in einer Kinderklinik behandelt wurden, deutlich seltener operiert wurden als Kinder, die in einer Nicht-Kinderklinik behandelt worden waren (55% vs. 68%). Ebenso war die Wahrscheinlichkeit für eine konservative Reposition unter radiologischer Kontrolle bei Kindern in einer Kinder-

linik deutlich höher als bei Kindern, die in anderen Häusern therapiert wurden (39% vs. 26%).

2.5. Fragestellung

In der vorliegenden Studie wird ein retrospektiver Vergleich von Diagnostik und Therapie kindlicher Invaginationen vor und nach Einführung der sonographisch kontrollierten Desinvagination vorgenommen. Dabei handelt es sich um eine Auswertung von Behandlungsfällen, da ein Teil der beobachteten Patienten wegen zwei- oder mehrfacher Invagination behandelt worden war. Der Vergleich erfolgt zwischen Patientengruppen mit primärem Desinvinationsversuch unter Röntgenkontrolle sowie primärem Desinvaginationversuch unter sonographischer Kontrolle. Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- 1) Ergeben sich unterschiedliche Zeitspannen zwischen dem Auftreten der klinischen Symptomatik und dem Therapiebeginn zwischen beiden Untersuchungsgruppen?
- 2) Ergeben sich unterschiedliche Zeitspannen zwischen der Krankenhausaufnahme und dem Therapiebeginn zwischen beiden Untersuchungsgruppen?
- 3) Wieviele Kinder in beiden Untersuchungsgruppen konnten erfolgreich desinvaginiert werden?
- 4) Wie sicher war die Diagnose radiologisch bzw. sonographisch zu stellen?
- 5) Wie hoch waren die Operationsfrequenzen in beiden Untersuchungsgruppen?
- 6) Wie lange war der stationäre Aufenthalt in beiden Untersuchungsgruppen?
- 7) Wie hoch war die Zahl von Rezidiv-Invaginationen in beiden Untersuchungsgruppen?
- 8) Wie hoch war die Notwendigkeit von Darmresektionen in beiden Untersuchungsgruppen?
- 9) Wie hoch war die Anzahl von Spätkomplikationen in beiden Untersuchungsgruppen?
- 10) Vergleich der mittleren Kosten für die Kostenträger (DRG)
- 11) Vergleich des mittleren Gewinns für das Krankenhaus

3. Material und Methoden

3.1. Studiendesign und Gruppenbildung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Analyse von Patientenakten der Kinderklinik Kohlhof aus Neunkirchen/Saar für den Zeitraum zwischen Januar 1981 bis Februar 2006.

Es wurden zunächst unter Zuhilfenahme der elektronischen Datenverarbeitung des Klinikarchivs sämtliche Patienten eruiert, die unter der Diagnose "Darminvagination" (ICD-10: K56.1) behandelt worden waren. Danach wurden die Akten aus dem Archiv entnommen und gesichtet, wobei sowohl Aufzeichnungen der Klinikärzte als auch des Pflegepersonals berücksichtigt wurden.

Die auf diese Weise vorsortierten Patientenakten wurden nach der Diagnose "Ausschluss einer Invagination" durchsucht und die entsprechenden Fälle, bei denen die Untersuchung der Patienten einen Ausschluss der Diagnose einer Invagination ergeben hatte, aus der Auswertung genommen. Es wurden nur jene Patienten des Untersuchungszeitraums eingeschlossen, bei denen eine diagnostisch gesicherte Invagination vorgelegen hatte.

Insgesamt wurden 134 Patienten mit gesicherter Invagination im Betrachtungszeitraum eruiert. Von diesen Patienten wiesen jedoch 20 Patienten nach der ersten Invagination noch weitere Invaginationen auf, die ebenfalls behandelt wurden. Zum überwiegenden Teil ereignete sich die zweite oder weitere Invagination noch am gleichen Tag wie die erste Invagination bzw. innerhalb von längstens 24 Stunden nach einer ersten Invagination. Die 20 Patienten repräsentierten deshalb 27 weitere Invaginationsfälle (2.-5. Invaginationsfall), so dass die zugrundeliegende Zahl von Behandlungsfällen 161 auf der Basis von 134 behandelten Patienten beträgt.

Aus den eruierten Patientendaten wurden zwei Gruppen gebildet. Die erste Gruppe beinhaltete alle Patienten, bei denen ein radiologisch kontrollierter Therapieversuch der Invagination vorgenommen wurde. Diese Technik wurde bis Jahresende 1994 vorgenommen. Die Durchleuchtungszeit betrug im Mittel $1,7 \pm 0,2$ Minuten, die Durchleuchtungsstärke lag bei $67,3 \pm 1,5$ eV und die Strahlendosis betrug $2,17 \pm 0,29$ mGy.

Die zweite Gruppe beinhaltete alle Patienten mit Invagination, bei denen primär ein sonographisch kontrollierter Therapieversuch erfolgte. Dieser Therapieansatz wurde zwischen Jahresbeginn 1995 bis zum Ende des Betrachtungszeitraums im Jahre 2006 verwendet.

3.2. Diagnosesicherung und Behandlungsverfahren

Die Diagnose der auszuwertenden Patienten musste entweder mittels radiologisch kontrolliertem Kontrastmitteleinlauf, einer sonographischen Untersuchung oder einer operativen Laparatomie gesichert worden sein.

Die sonographischen Befundberichte sowie die Operationsberichte waren bei jedem Patienten verfügbar. Die Röntgenuntersuchung erfolgte unter Verwendung von Gastrografin® (Fa. Schering) und war entweder durch einen eigenen schriftlichen Röntgenbefund oder in der Tageskurve dokumentiert.

Die röntgenologische Diagnosesicherung erfolgte zunächst durch eine Röntgenübersichtsaufnahme des Abdomens im Hängen. Charakteristisch sind multiple Luft-Flüssigkeitsspiegel als Zeichen eines tiefen Dünndarmileus (siehe Abbildung 6).

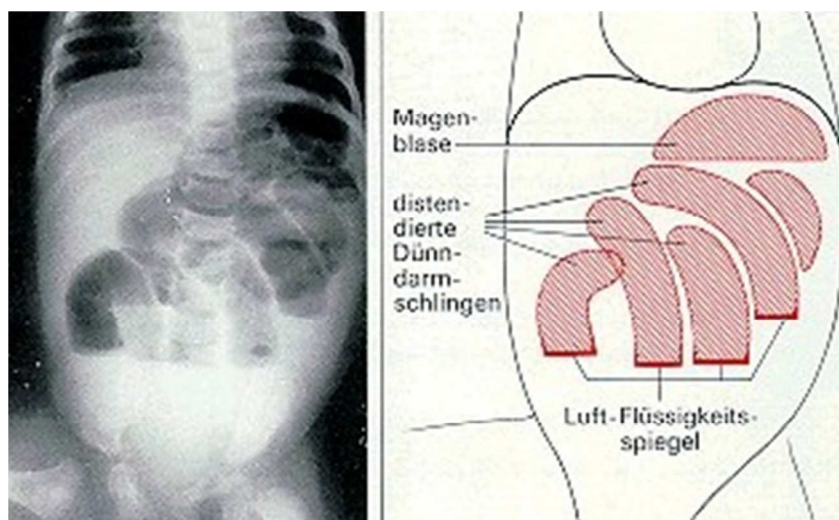


Abbildung 6: Röntgenaufnahme des Abdomens im Hängen bei einem vier Monate alten Säugling. Links ist die Ileussituation (Luft-Flüssigkeitsspiegel) dargestellt, rechts der Befund als Schemazeichnung (nach Feuerbach 2007; S. 29)

Danach erfolgte die Kontrastmitteldarstellung des Kolons mit 1:4 verdünntem Gastrografin. Für die Invagination typisch ist das sog. Krebscherenphänomen, welches durch peripheres Umfließen des Invaginatedes durch das Kontrastmittel zustande kommt und als zentraler Füllungsdefekt sichtbar wird (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7: typischer Krebscherenbefund (links oben) nach Kontrastmitteleinlauf bei einem pädiatrischen Patienten (Rohrschneider 1997, S.448)

Durch Platzierung des Beutels mit dem Kontrastmittel-haltigen Einlauf ca. 60 cm über dem Niveau des Abdomens wird ein hydrostatischer Druck auf den invaginierten proximalen Darmabschnitt über einen im Rektum platzierten Ballonkatheter aufgebaut. Dadurch soll unter der Kontrastmitteldarstellung eine Reposition der Invagination erfolgen.

In der Abdomensonographie stellt sich eine Invagination im Querschnittsbild als Kokarde und im Längsschnittbild als tubuläre Struktur dar. Im Rahmen einer sonographischen Reposition bzw. eines Repositionsversuches wird ein Ballonkatheter im Rektum plaziert und es wird ein Einlauf mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung verabreicht. Dies geschieht unter fortlaufender Ultraschallkontrolle (sog. Hydrosonographie). Die Einlaufflüssigkeit erreicht den Invaginatkopf und drängt das Invaginat zurück. Die nachfolgenden Sonographiebilder illustrieren dies am Beispiel einer 22 Monate alten Patientin.

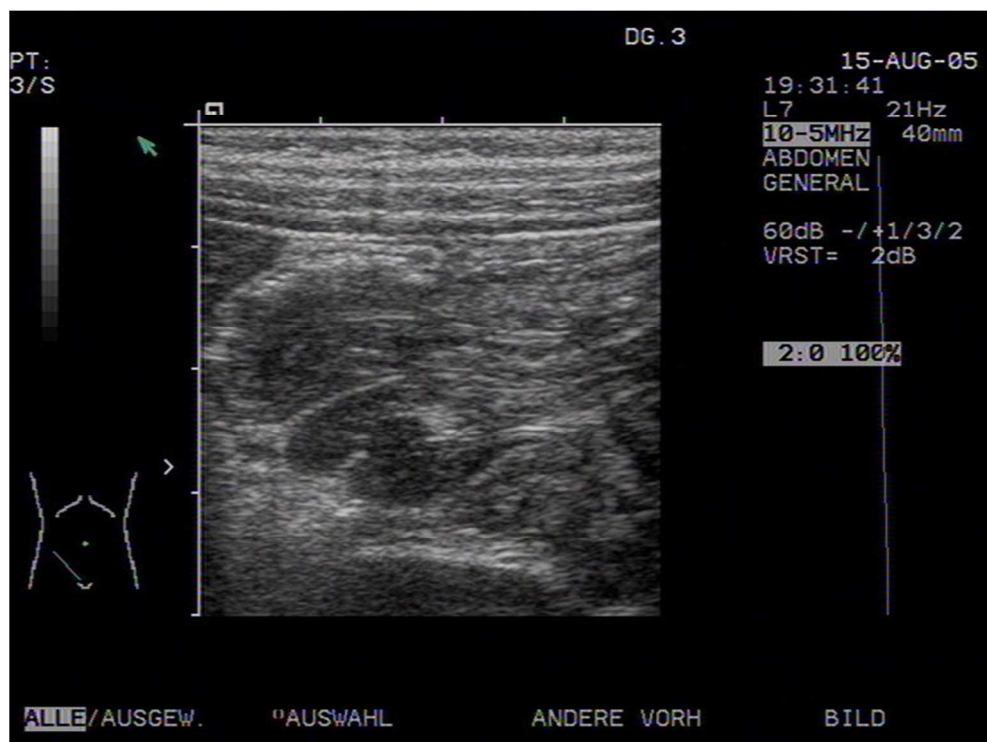


Abbildung 8: Patientin K.P. (22 Monate). Sonographische Aufnahme der Invagination im Längsschnitt

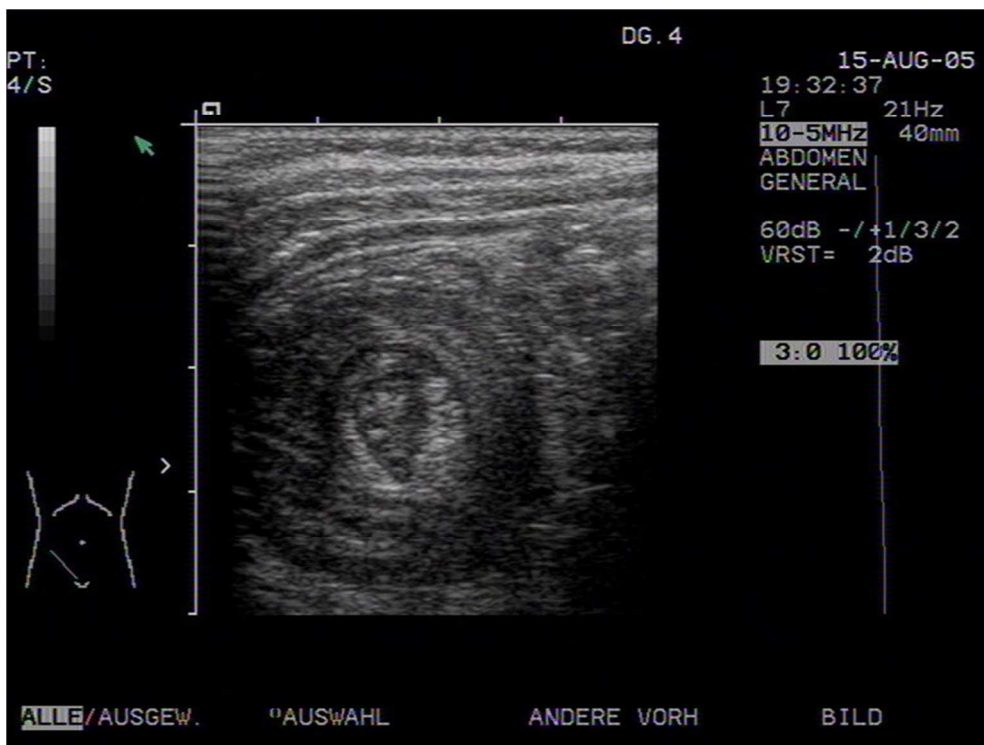


Abbildung 9: Patientin K.P. (22 Monate). Sonographische Aufnahme der Invagination im Querschnitt

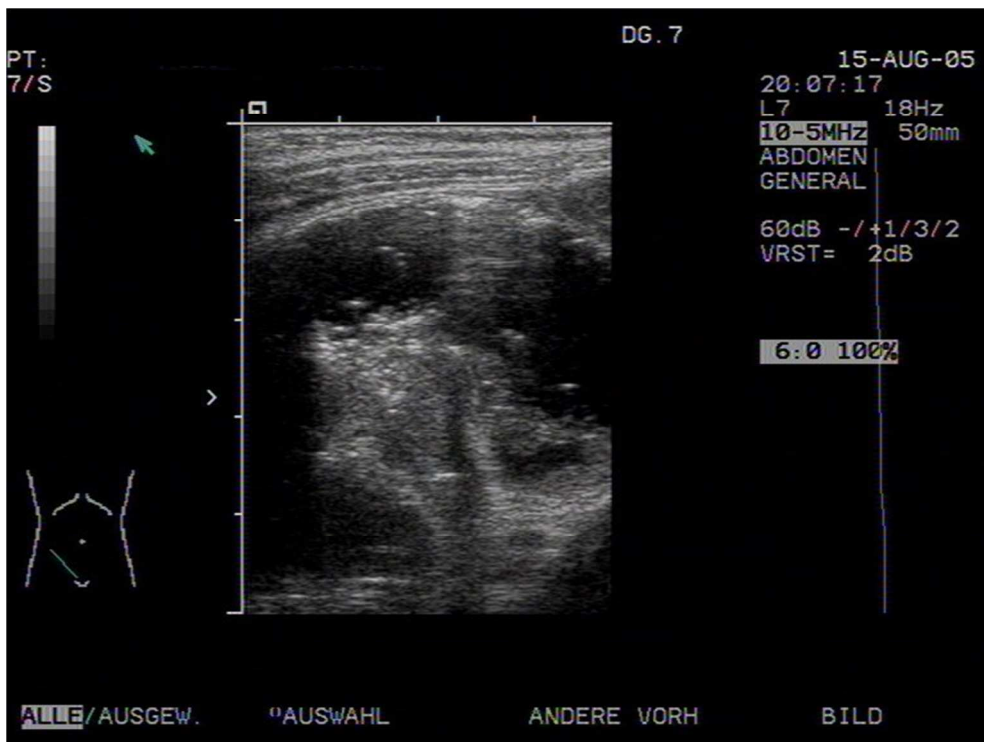


Abbildung 10: Patientin K.P. (22 Monate). Sonographische Darstellung des Invaginats im Bereich der Ileocoecalklappe

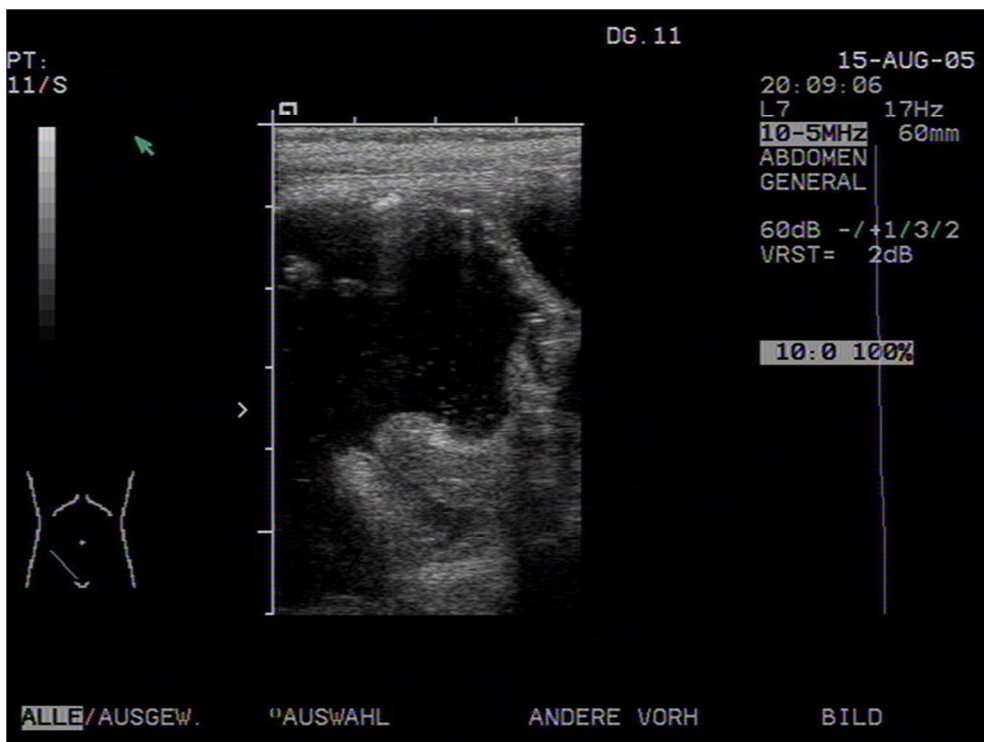


Abbildung 11: Patientin K.P. (22 Monate). Sonographische Befund nach erfolgreicher Therapie mit NaCl-Einlauf. Im Bereich der Ileocoecalklappe ist kein Invaginat mehr nachweisbar

Eine operative Laparotomie erfolgte nach gescheitertem konservativem Desinvaginationsversuch oder sofort nach stationärer Aufnahme des Kindes, wenn Anzeichen eines akuten Abdomens, einer Peritonitis oder eines Schocks vorlagen, nach entsprechender präoperativer Stabilisierung.

3.3. Definition von Früh- und Spätrezidiv

Unter einem Frührezidiv einer Darminvagination wird ein neuerliches Auftreten einer Invagination noch am gleichen Tag bzw. binnen 24 Stunden nach Behandlung der Erst-Invagination angesehen.

Von einem Spätrezidiv einer Darminvagination ist dann die Rede, wenn das Rezidiv später als 24 Stunden nach Behandlung der Erst-Invagination aufgetreten war.

3.4. Vorgehen bei der Kostenanalyse

Für die Kostenanalyse wurden Parameter des Fallpauschalensystems (DRG) verwendet. Hierzu wurden Daten des "3M G-DRG Online Grouper V2009" für das Jahr 2009 verwendet. Dabei wurden folgende Kostensätze in Anrechnung gebracht.

Konservativ behandelte Kinder, die ausschließlich unter sonographischer bzw. radiologischer Überwachung reponiert wurden, führen unabhängig vom Alter der Kinder zu einem Kostenerstattungssatz des DRG in Höhe von 1.617,00 Euro. Bei dieser Summe handelt es sich um jenen Betrag, den das Krankenhaus für die Behandlung des Kindes erhält. Der im Betrag enthaltene Reingewinn des Krankenhauses nach Abzug aller Kosten beträgt bei einem derartigen Behandlungsfall 36,00 Euro.

Ist während der Reposition ein Umstieg auf eine operative Versorgung der Darminvagination erforderlich, wird aber nicht reseziert (= nur manuelle Reponierung), wird ein DRG-Satz von 7.796 Euro abgerechnet, wobei der darin enthaltene Reingewinn des Krankenhauses bei 173,00 Euro liegt.

Erfolgt während der Operation eine Resektion des invaginierten Darmabschnittes, dann werden dem Krankenhaus in Abhängigkeit vom Patientenalter unterschiedliche DRG-Sätze erstattet. Für über zweijährige Patienten werden 7.623 Euro (KH-Reingewinn 173,00 Euro) erstattet, bei unter zweijährigen Patienten mit Ileozoekalresektion wird hingegen ein DRG in Höhe von 10.695 Euro (KH-Gewinn 237,00 Euro) erstattet.

3.5. Erhobene Parameter und statistische Methoden

Im Rahmen der retrospektiven Aktenanalyse wurden folgende Daten erhoben und ausgewertet:

- 1) Aufnahmedatum (Tag, Monat, Jahr)
- 2) Geschlecht (männlich, weiblich)
- 3) Alter des Patienten bei Aufnahme (in Monaten)
- 4) Anzahl des ersten bis letzten Invaginationseignisses
- 5) Verstrichene Zeit zwischen Auftreten der klinischen Symptomatik und des Therapiebeginns (in Stunden)

- 6) Verstrichene Zeit zwischen Krankenhausaufnahme des Patienten und des Therapiebeginns (in Stunden)
- 7) Verstrichene Zeit zwischen Krankenhausaufnahme des Patienten und Operationsbeginn (in Stunden)
- 8) Dauer des stationären Aufenthaltes des Patienten (in Tagen)
- 9) Röntgenologische Parameter (Durchleuchtungszeit in Minuten, Durchleuchtungsstärke in eV, Strahlendosis in mGy)
- 10) Sitz des Invaginatkopfes (Caecum, Colon ascendens, rechte Flexur, Colon transversum, linke Flexur, Colon descendens, Sigma, Dünndarm)
- 11) Leading point (kein leading-point, unspezifische Entzündung, spezifische Entzündung, Meckel'sches Divertikel, Polyp, Verwachsung, malignes Lymphom)
- 12) Notwendigkeit einer Darmresektion (ja/nein)
- 13) Art der Desinvagination (Kontrastmitteleinlauf und nachfolgend Reposition mittels Anlage hydrostatischen Drucks, Kontrastmitteleinlauf und nachfolgend Operation, primär Operation, Hydrosonographie des Kolons und nachfolgend Reposition mittels Anlage hydrostatischen Drucks, Hydrosonographie des Kolons und nachfolgend Operation)
- 14) Auftreten von Spätkomplikationen (ja/nein)

Die erhobenen Patientendaten wurden zunächst in eine Excel-Datenbank eingegeben. Nach der Datenübergabe an das Statistikprogramm SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Version 15.0 für Windows erfolgte die Auswertung der Daten.

An beschreibenden statistischen Parametern wurden absolute (n) und relative (%) Häufigkeit, Mittelwert (mean), Standardfehler des Mittelwertes (SEM), Median, Minimum und Maximum mit Hilfe von SPSS berechnet. Als statistische Signifikanztests wurden für die nicht-parametrischen Variablen der Chi²-Test, der Mann-Whitney- und der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt. Vor der Verwendung parametrischer Signifikanztests der erhobenen inter-vall bzw. rationalskalierten Daten (siehe die Parameter Nummer 3 sowie 5 - 9 der Liste auf der vorherigen Seite) wurde die Normalverteilung (Gauß-Verteilung) durch den Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Die Gauß-Verteilung wurde in allen Fällen abgelehnt, so dass auch diese Variablen unter Einsatz von nicht-parametrischen Prüfverfahren getestet wurden. Die jeweils verwendeten

Testverfahren werden im Text der Arbeit genannt. Als Signifikanzniveau wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ gewählt.

4. Ergebnisse

4.1. Beschreibung des Patientenkollektivs zum Zeitpunkt der 1. Invagination

Bei den 134 Patienten, die insgesamt 161 Invaginationsfälle repräsentierten, handelte es sich um 92 männliche (68,7%) und 42 weibliche (31,3%) Kinder. Diese waren zum Zeitpunkt der ersten Invagination im Durchschnitt $25,8 \pm 2,0$ Monate alt (Median 19 Monate), wobei der jüngste Patient einen Monat und der älteste Patient 9 Jahre und 3 Monate alt war.

Von den 20 der 134 Patienten, die im weiteren Verlauf eine zweite bis fünfte Invagination erlitten, entwickelten 11 Patienten diese Komplikation innerhalb von längstens 24 Stunden nach der ersten Invagination (darunter 10 Patienten eine zweite Invagination und ein Patient eine dritte Invagination). Neun der 20 Patienten entwickelten die zweite bis fünfte Invagination in größerem zeitlichem Abstand zur ersten Invagination (9 Patienten entwickelten eine zweite, vier Patienten eine dritte und jeweils ein Patient eine vierte bzw. fünfte Invagination).

Für die nachfolgende Auswertung wurde eine fallbezogene Auswertung vorgenommen. Danach entspricht jede Invagination (0.-5. Invagination) einem einzelnen Behandlungsfall.

4.2. Alters- und Geschlechtsverteilung der Behandlungsfälle

Das Durchschnittsalter im Gesamtkollektiv der 161 Behandlungsfälle betrug zum Zeitpunkt der jeweiligen Invagination $26,9 \pm 1,9$ Monate (Median 21 Monate) und schwankte zwischen 1 - 117 Monaten. In der Gruppe 1 (primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) unterschied sich mit $26,8 \pm 3,7$ Monate (Median 19 Jahre, Minimum 1 Monat, Maximum 117 Monate) nicht signifikant von der Gruppe 2 (primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle), in der das mittlere Alter $27,1 \pm 2,0$ Monate betrug (Median 24,5 Monate, Minimum 2 Monate, Maximum 106 Monate) - siehe auch Abbildung 12.

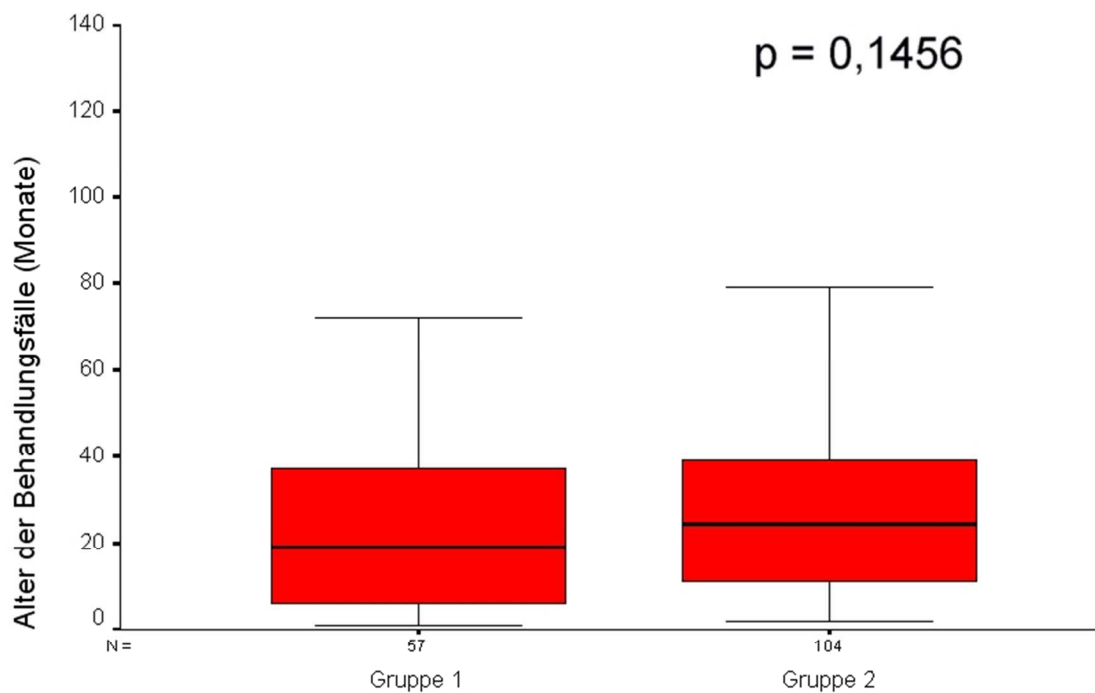


Abbildung 12: Vergleich des Alters der Patienten (in Monaten) zum Zeitpunkt der 1.-5. Invagination zwischen der Gruppe 1 (1981-1994; primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (1995-2006; primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle); Darstellung als Boxplot. Signifikanzprüfung mittels Mann-Whitney-Test.

Im Gesamtkollektiv der 161 Behandlungsfälle fanden sich häufiger männliche als weibliche Patienten (69,6% vs. 30,4%). Die Geschlechtsrelation zwischen der Gruppe 1

(männlich: 61,4% vs. weiblich: 38,6%) sowie der Gruppe 2 (männlich: 74% vs. weiblich: 26%) war jedoch nicht signifikant verschieden (siehe Abbildung 13).

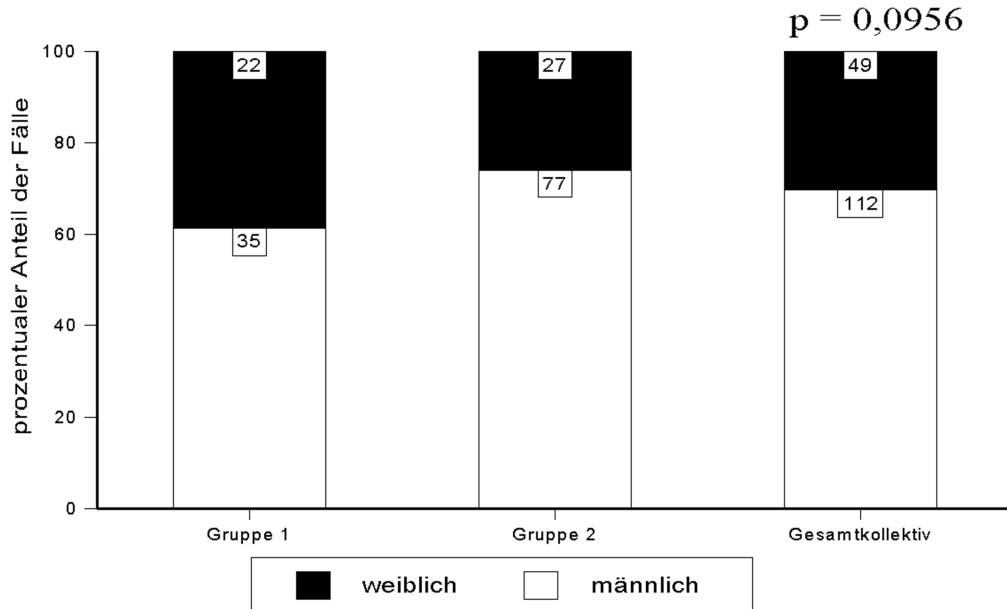


Abbildung 13: Absolute und relative Häufigkeit der Anteile männlicher und weiblicher Behandlungsfälle in der Gruppe 1 (primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle) sowie im Gesamtkollektiv; Signifikanzprüfung mittels χ^2 -Test.

Es fanden sich im Gesamtkollektiv und in der Gruppe 1 keine signifikanten Unterschiede des Alters bei Invagination zwischen beiden Geschlechtergruppen. In der Gruppe 2 jedoch waren tendenziell weibliche Patienten um etwa 9 Monate jünger als männliche Patienten (siehe Tabelle 1).

	Gruppe 1 (1981-1994)		Gruppe 2 (1995-2006)		Gesamtkollektiv (1981-2006)	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich
n	35	22	77	27	112	49
mean \pm SEM	25,8 \pm 4,6	28,4 \pm 6,6	29,3 \pm 2,5	20,6 \pm 2,9	28,2 \pm 2,2	24,0 \pm 3,4
Median	17	19	25	14	24	18
Min.-Max.	1 - 91	2 - 117	2 - 106	3 - 52	1 - 106	1 - 117
p-Wert ¹⁾	p = 0,6876		p = 0,0686		p = 0,2447	

¹⁾ Signifikanzprüfung zw. männlichen und weiblichen Behandlungsfällen (Mann-Whitney-Test)

Gruppe 1 = primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle

Gruppe 2 = primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle

4.3. Verstrichene Zeit zwischen Beginn der akuten klinischen Symptomatik und dem Therapiebeginn

Im Mittel verstrichen zwischen Beginn der akuten Symptomatik und dem Therapiebeginn in der Patientengruppe, bei der eine primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle erfolgte, $7,5 \pm 0,7$ Stunden (Median 6 Stunden; Minimum 1 Stunde; Maximum 24 Stunden). In der Gruppe, in der eine primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle erfolgte, lag die Zeitspanne im Mittel bei $6,2 \pm 0,4$ Stunden (Median 6 Stunden; Minimum 0 Stunden; Maximum 12 Stunden). Es fand sich diesbezüglich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen (siehe Abbildung 14).

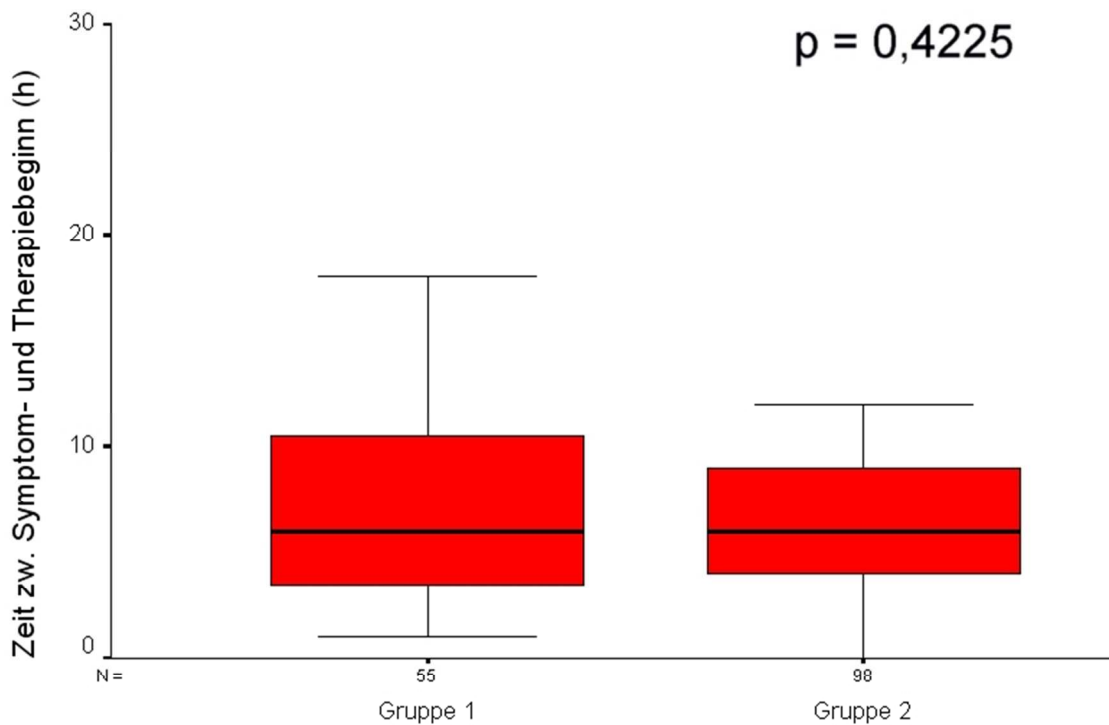


Abbildung 14: Vergleich der verstrichenen Zeit zwischen Beginn der akuten Symptomatik und des Therapiebeginns (in Stunden) zum Zeitpunkt der 1.-5. Invagination zwischen der Gruppe 1 (1981-1994: primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (1995-2006: primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle); Darstellung als Boxplot. Signifikanzprüfung mittels Mann-Whitney-Test.

4.4. Verstrichene Zeit zwischen Krankenhausaufnahme und dem Therapiebeginn

Die im Durchschnitt zwischen der Krankenhausaufnahme und dem Therapiebeginn verstrichene Zeit war in der Patientengruppe mit primärem Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle signifikant länger ($3,1 \pm 0,6$ Stunden; Median 2 Stunden; Minimum 0,5 Stunden, Maximum 23 Stunden) als in der Gruppe mit primärer Desinvagination unter sonographischer Kontrolle ($1,1 \pm 0,1$ Stunden; Median 0,5 Stunden; Minimum 0 Stunde, Maximum 6 Stunden) - siehe Abbildung 15.

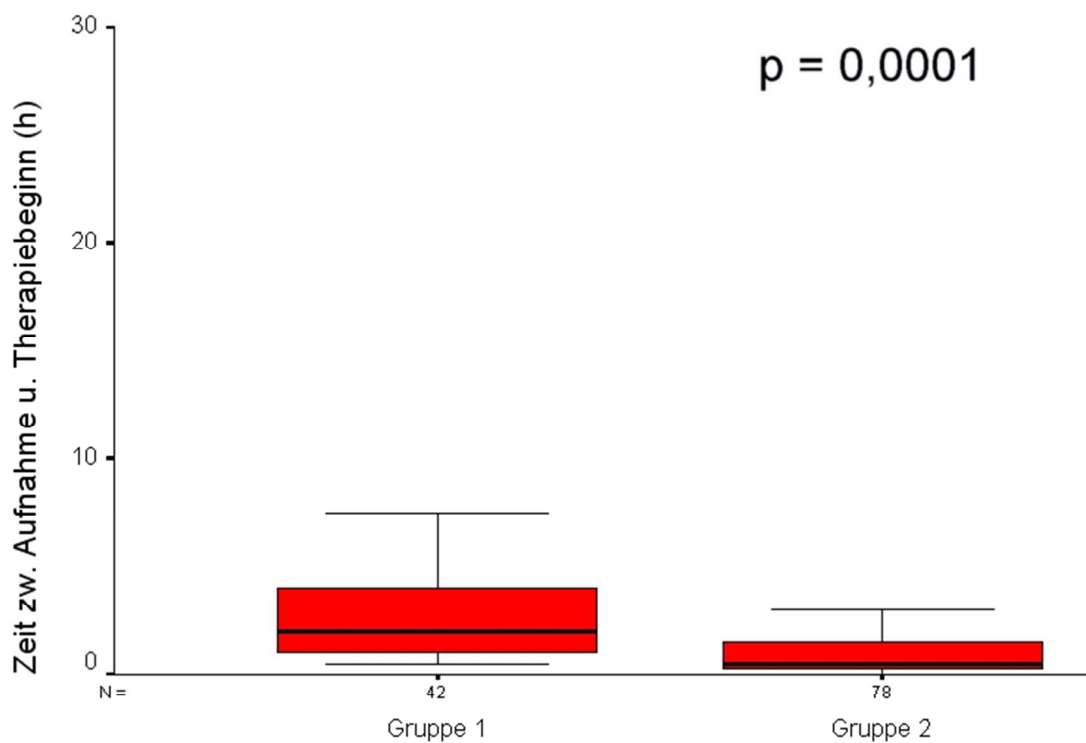


Abbildung 15: Vergleich der verstrichenen Zeit zwischen Klinikaufnahme und Therapiebeginn (in Stunden) zum Zeitpunkt der 1.-5. Invagination zwischen der Gruppe 1 (1981-1994: primärer Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (1995-2006: primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle); Darstellung als Boxplot. Signifikanzprüfung mittels Mann-Whitney-Test.

4.5. Verteilung der Diagnosen in den Untersuchungsgruppen

In beiden Untersuchungsgruppen konnte bei der Mehrzahl der Fälle kein leading point ermittelt werden (68,4% bzw. 56,7%). Bei einem Drittel der Patienten der Gruppe 2 wurde eine unspezifische Entzündung (meist Lymphadenitis mesenterialis) als Krankheitsursache angesehen. Der analoge Prozentsatz in der Gruppe 1 betrug nur 10,5%. Alle anderen Diagnosen waren in beiden Untersuchungsgruppen selten und ein Vergleich der Häufigkeiten ist aufgrund dieser geringen Fallzahlen nicht fundiert durchführbar. Aus dem gleichen Grund ist leider auch keine Signifikanzprüfung möglich - siehe Tabelle 2.

	Gruppe 1 (1981-1994) primär Desinvagination unter Röntgen- kontrolle		Gruppe 2 (1995-2006) primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle	
	n	%	n	%
kein leading point	39	68,4	59	56,7
unspezifische Entzündung	6	10,5	34	32,7
spezifische Entzündung	2	3,5	7	6,7
Meckel'sches Divertikel	3	5,3	3	2,9
Polyp	3	5,3	-	-
Verwachsung	4	7,0	-	-
malignes Lymphom	-	-	1	1,0

4.6. Primäre Erfolgsrate der Desinvagination unter Röntgenkontrolle bzw. sonographischer Kontrolle sowie Operationsnotwendigkeit unter Berücksichtigung der Lokalisation des Invaginatkopfes

Die primären Erfolgsraten der beiden Eingriffsarten waren signifikant unterschiedlich hoch. In der Gruppe, in der eine primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle vorgenommen wurde, war dieser Primäreingriff in 50,9% der Fälle erfolgreich, während die Erfolgsrate dieses Primäreingriffs unter sonographischer Kontrolle mit 88,5% erheblich höher ausfiel. Knapp ein Drittel der erfolglos mittels primärer Desinvagination unter Kontrastmittelgabe behandelten Invaginationsfälle mussten nachfolgend operiert werden. Die entsprechende Rate bei primärer Desinvagination unter sonographischer Kontrolle betrug lediglich 10,5%. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Anteil von Patienten, bei denen aufgrund des akuten Befundes sofort operiert werden musste, in der Gruppe 1 mit 19,3% erheblich viel höher lag als in der Gruppe 2 (1,0%) - siehe hierzu Tabelle 3.

	Gruppe 1 (1981-1994) primär Desinvagination unter Röntgen- kontrolle		Gruppe 2 (1995-2006) primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle	
	n	%	n	%
Primärtherapie erfolgreich	29	50,9	92	88,5
Primärtherapie erfolglos, im Anschluss Operation	17	29,8	11	10,5
keine Primärtherapie vor- genommen, sondern direkt Operation eingeleitet	11	19,3	1	1,0
Chi ² : p = 0,001				

Die Tabelle 4 zeigt, dass es deutliche Unterschiede der Lokalisationen des Invaginatkopfes zwischen beiden Untersuchungsgruppen gab. In der älteren Therapiegruppe mit primärer Desinvagination unter Röntgenkontrolle war der Invaginatkopf am häufigsten (42,1%) im Caecum lokalisiert sowie in jeweils etwa einem Fünftel der Fälle im Colon ascendens und Colon transversum. Andere Lokalisationen waren demgegenüber selten. In der jüngeren Therapiegruppe mit primärer Desinvagination unter sonographischer Kontrolle hingegen fanden sich die Mehrzahl der Invaginatköpfe (39,4%) im Colon ascendens, während jeweils knapp ein Fünftel im Bereich des Caecum und der rechten Flexur lokalisiert waren. Zusätzlich traten hier auch noch vergleichsweise häufig (14,4%) Invaginatköpfe im Bereich des Colon transversum auf, während andere Lokalisationen selten waren. Eine Signifikanzprüfung war jedoch aufgrund der geringen Fallzahlen in einzelnen Lokalisations-Untergruppen nicht möglich.

Tabelle 4: Lokalisation des Invaginatkopfes in beiden Therapiegruppen				
Lokalisation des Invaginatkopfes	Gruppe 1 (1981-1994) primär Desinvagination unter Röntgen- kontrolle		Gruppe 2 (1995-2006) primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle	
	n	%	n	%
Caecum	24	42,1	19	18,3
Colon ascendens	13	22,8	41	39,4
rechte Flexur	3	5,2	22	21,2
Colon transversum	12	21,1	15	14,4
linke Flexur	-	-	4	3,8
Colon descendens	1	1,8	2	1,9
Sigma	1	1,8	-	-
Dünndarm	3	5,2	1	1,0

Die Erfolgsrate der jeweiligen primären Repositionsmethode hing stark von der Lokalisation des Invaginatkopfes ab. Bei den häufigen Lokalisationen des Invaginatkopfes im Bereich des Caecums, Colon ascendens, der rechten Flexur und des Colon transversum konnten unter sonographischer Kontrolle erheblich häufiger erfolgreich primär desinvaginiert werden als unter Röntgenkontrolle. Bei den nur selten vorhandenen Lokalisationen des Invaginatkopfes im Bereich der linken Flexur und des Colon descendens gelang die Desinvagination unter Röntgenkontrolle überraschenderweise besser (siehe Tabelle 5). Eine Signifikanzprüfung ist wegen der singulären Ereignisse in den einzelnen Lokalisations-Untergruppen nicht durchführbar.

In beiden Behandlungsgruppen sind vier Dünndarminvaginationen (ileo-ileale Invagination) beschrieben, die alle operativ versorgt wurden. Drei Repositionsversuche waren erfolglos. In beiden Gruppen traten 12 Invaginationen an verschiedensten Lokalisationen auf, die ohne vorangehenden Repositionsversuch direkt operiert wurden.

Tabelle 5: Erfolgsrate der Primärtherapie in Abhängigkeit von der Lokalisation des Invaginatkopfes						
Lokalisation des Invaginatkopfes	Erfolgsrate					
	Primärtherapie erfolgreich		Primärtherapie erfolglos, OP nötig		keine Primärtherapie durchgeführt, sondern direkt OP	
	n	%	n	%	n	%
Gruppe 1 (1981-1994): primär Desinvagination unter Röntgenkontrolle						
Caecum	8	33,3	9	37,5	7	29,2
Colon ascendens	8	61,5	3	23,1	2	15,4
rechte Flexur	2	66,7	1	33,3	-	-
Colon transversum	9	75,0	2	16,7	1	8,3
linke Flexur	-	-	-	-	-	-
Colon descendens	1	100	-	-	-	-
Sigma	1	100	-	-	-	-
Dünndarm	-	-	2	66,7	1	9,1
Gruppe 2 (1995-2006): primär Desinvagination unter sonographischer Kontrolle						
Caecum	16	84,2	2	10,5	1	5,3
Colon ascendens	38	92,7	3	7,3	-	-
rechte Flexur	20	90,9	2	9,1	-	-
Colon transversum	14	93,3	1	6,7	-	-
linke Flexur	3	75,0	1	25,0	-	-
Colon descendens	1	50,0	1	50,0	-	-
Sigma	-	-	-	-	-	-
Dünndarm	-	-	1	100	-	-

4.7. Analyse der stationären Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von der Primärtherapie und der primären Erfolgsrate der Therapie

Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer betrug in der Patientengruppe mit primärem Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle $8,5 \pm 0,8$ Tage (Median 8 Tage; Minimum 1 Tag; Maximum 20 Tage) und unterschied sich nicht signifikant von jener der Gruppe mit primärer Desinvagination unter sonographischer Kontrolle ($6,6 \pm 0,4$ Tage; Median 5,5 Tage; Minimum 3 Tage, Maximum 19 Tage) - siehe Abbildung 16.

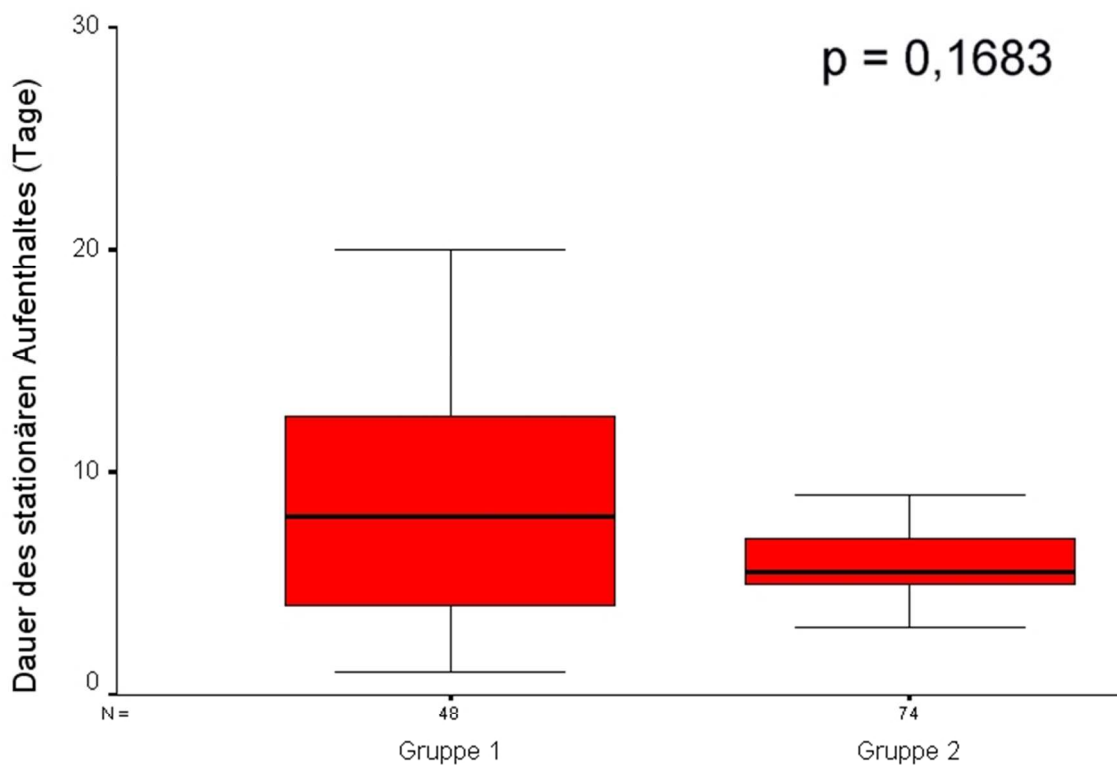


Abbildung 16: Vergleich der stationären Aufenthaltsdauer (in Tagen) zum Zeitpunkt der 1.-5. Invagination zwischen der Gruppe 1 (1981-1994: primärer Invaginationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (1995-2006: primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle); Darstellung als Boxplot. Signifikanzprüfung mittels Mann-Whitney-Test.

Die stationäre Aufenthaltsdauer hing vom primären Erfolg der Repositionsbehandlung ab. War die primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle erfolgreich, lag die stationäre Aufenthaltsdauer mit 4,3 Tagen um etwa 1,5 Tage niedriger als bei Behandlungsfällen, bei denen die primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle erfolgreich verlaufen war. Wenn die Primärtherapie jeweils erfolglos gewesen war bzw. wenn diese gar nicht durchgeführt wurde, sondern der Patient gleich operiert werden musste, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der stationären Aufenthaltsdauer (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Stationäre Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit vom Erfolg der Primärtherapie			
stationäre Aufenthaltsdauer	Erfolg der Primärtherapie		
	Primärtherapie erfolgreich	Primärtherapie erfolglos, OP nötig	keine Primärtherapie durchgeführt, sondern direkt OP
Gruppe 1 (1981-1994): primär Desinvagination unter Röntgenkontrolle			
n	25	12	11
mean \pm SEM	4,3 \pm 0,5*	12,6 \pm 1,0 ^{ns}	13,7 \pm 1,2 ^{ns}
Median	4	13	13
Min. - Max.	1 - 9	8 - 20	8 - 20
Gruppe 2 (1995-2006): primär Desinvagination unter sonographischer Kontrolle			
n	65	8	1
mean \pm SEM	5,7 \pm 0,2*	13,7 \pm 1,1 ^{ns}	11 ^{ns}
Median	5	12	-
Min. - Max.	3 - 12	10 - 19	-

* = signifikanter Unterschied zwischen Gruppe 1 und 2 (Mann-Whitney-Test: $p \leq 0,05$)

ns = kein signifikanter Unterschied zw. Gruppe 1 u. 2 (Mann-Whitney-Test: $p > 0,05$)

Die stationäre Aufenthaltsdauer wurde zwischen allen Patienten (Gruppe 1 und Gruppe 2) mit erfolgreich durchgeführter Desinvagination und jenen Patienten ohne primär erfolgreiche Desinvagination (Primärtherapie versagt mit anschließender OP-Notwendigkeit; keine Primärtherapie, sondern direkte operative Versorgung) verglichen. Insgesamt lagen von 122 Patienten Angaben zur stationären Aufenthaltsdauer vor. In der Patientengruppe (n=90) mit erfolgreich durchgeführter Desinvagination betrug die Aufenthaltsdauer im Mittel 5,3 \pm 0,2 Tage (Median 5 Tage) und lag zwischen 1 - 12 Tagen. In der zweiten Patientengruppe (n=32), bei der eine erfolglose Desinvagination eingetreten bzw. gleich eine operative Versorgung angestrebt worden war, lag die

Aufenthaltsdauer bei durchschnittlich $13,2 \pm 0,6$ Tagen (Median 12 Tage) und schwankte zwischen 8 bis 20 Tagen. Der Unterschied der Aufenthaltsdauer war statistisch signifikant (Mann-Whitney: $p = 0,001$) - siehe auch Abbildung 17.

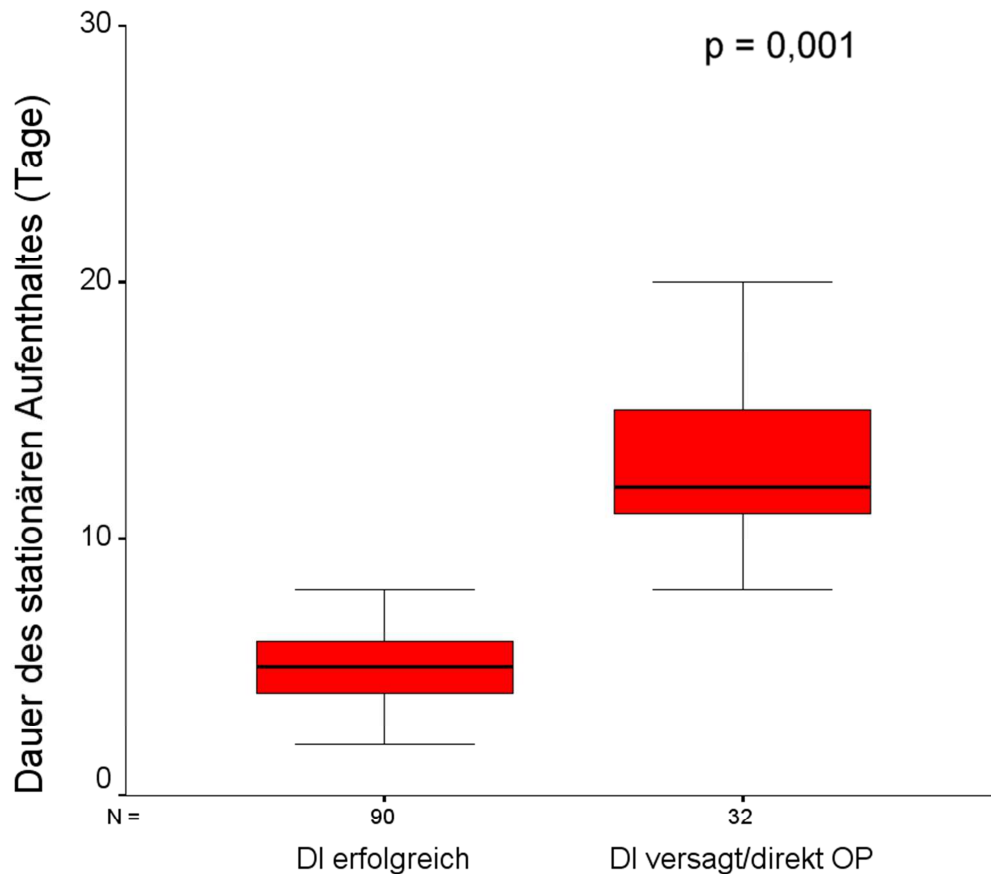


Abbildung 17: Vergleich der stationären Aufenthaltsdauer (in Tagen) zwischen der Patientengruppe mit primär erfolgreicher Desinvagination/DI (n=90) und der Patientengruppe mit entweder primär erfolgloser DI bzw. direkt eingeleiteter operativer Versorgung (n=32)

4.8. Häufigkeit einer Rezidiv-Invagination

Im Gesamtkollektiv von 134 Patienten kam es zu 161 Invaginationsfällen. Die meisten Patienten (114 von 134 = 85%) wiesen nur eine einmalige Invagination auf. Weitere 20 der 134 Patienten (15%) zeigten eine bis vier weitere Invaginationen und stellten somit vom Gesamtkollektiv der 161 Invaginationsfälle insgesamt 29,1% der Behandlungsfälle. Bezogen auf das Gesamtkollektiv der 134 Patienten kam es bei 15 Patienten (11,2%) zu einem Rezidiv, bei 4 Patienten (3%) zu einem zweimaligen Rezidiv und bei einem Patienten (0,8%) zu einem viermaligen Rezidiv (siehe Abbildung 18).

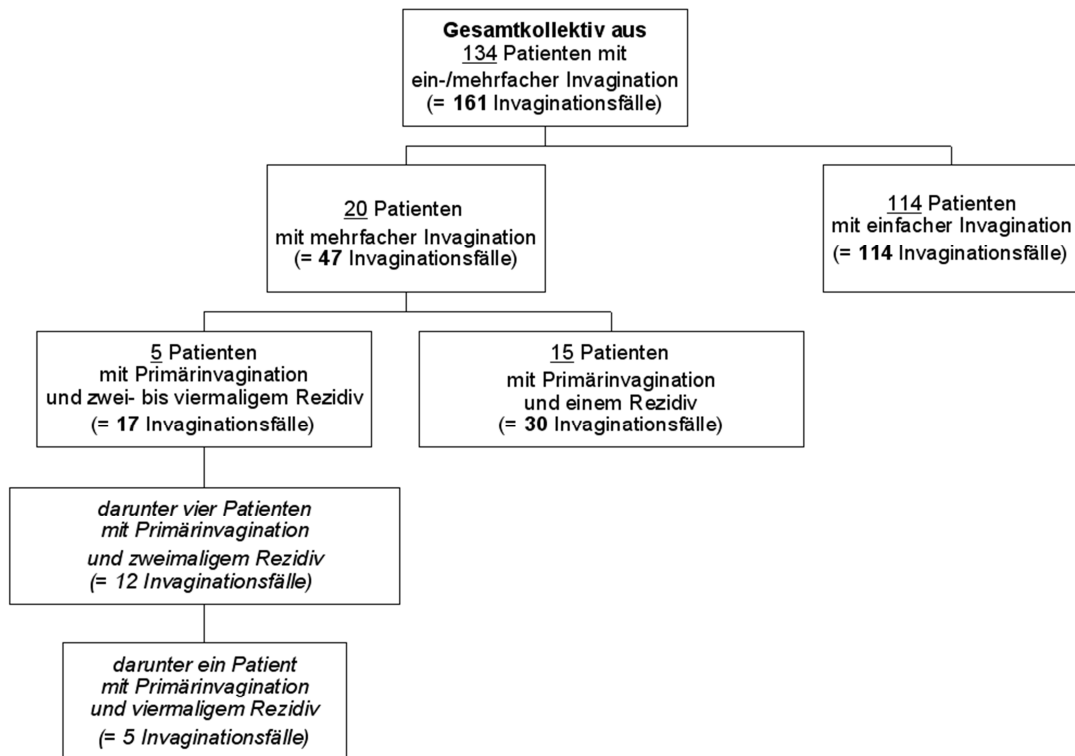


Abbildung 18: Schematischer Aufbau des Gesamtkollektivs (134 Patienten mit 161 Invaginationsfällen) und deren Verteilung in Patienten-Untergruppen mit nur einfacher Invagination (114 Patienten) sowie mit ein- bis viermaligem Rezidiv (20 Patienten = 47 Invaginationsfälle)

Innerhalb der 20 Patienten umfassenden Gruppe mit Invaginations-Rezidiv konnte die Zeitspanne zwischen dem Auftreten der Primärinvagination (= des ersten Falles einer Invagination) und dem Auftreten einer weiteren Invagination (= ein- oder mehrmaliges Rezidiv) erhoben werden. Diese Zeitspanne wird aus Übersichtsgründen separat für die 15 Patienten mit nur einem Rezidiv (= jeweils also insgesamt zwei Invaginationsfälle) und für die fünf Patienten mit mehrfachem Rezidiv (= jeweils insgesamt also zwei bis fünf Invaginationsfälle) dargestellt.

Bezüglich der Zeit, die bei den Patienten mit Invaginationsrezidiv(en) zwischen der Primärinvagination und dem ersten Rezidiv auftrat, ergab sich bei den fünf Patienten mit mehrfachem Rezidiv (= zwei oder mehr Rezidiven) ein deutlich längerer Zeitraum als bei den 15 Patienten mit nur einem einfachen Rezidiv (63,6 vs. 18,9 Tage). Dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant (Mann-Whitney: $p = 0,4988$). Innerhalb der fünf Patienten umfassenden Gruppe mit zwei bis vier Invaginationsrezidiven trat das 2. Rezidiv zeitlich relativ kurz nach dem 1. Rezidiv auf (79,8 Tage vs. 63,6 Tage). Bei einem Patienten, der insgesamt vier Rezidive der Primärinvagination erlitt, trat das erste Rezidiv am ersten Tag, das zweite Rezidiv und das dritte Rezidiv am 74. Tag sowie das vierte Rezidiv am 75. Tag nach Primärinvagination auf (siehe auch Tabelle 7).

Tabelle 7: Verstrichene Zeit (Tage) zwischen dem Auftreten der Primärinvagination (= 1. Behandlungsfall) und darauf folgendem Rezidiv (2.-4. Rezidiv bzw. 2.-5. Behandlungsfall)		
verstrichene Zeit zwischen Primärinvagination und 1.-4. Rezidiv	5 Patienten mit Primärinvagination und zwei bis vier weiteren Rezidiven	15 Patienten mit Primärinvagination und einem weiteren Rezidiv
<u>Zeit bis 1. Rezidiv:</u> mean \pm SEM Median Minimum - Maximum	n=5 63,6 \pm 56,9 6,0 1 - 291	n=15 18,9 \pm 8,8 2,0 0 - 100
<u>Zeit bis 2. Rezidiv:</u> mean \pm SEM Median Minimum - Maximum	n=5 79,8 \pm 54,3 21,0 5 - 291	entfällt
<u>Zeit bis 3. Rezidiv:</u>	n=1 75 Tage	entfällt
<u>Zeit bis 4. Rezidiv:</u>	n=1 76 Tage	entfällt

Im folgenden wird bei den 20 Patienten mit einem bis vier Rezidiven der Zeitraum zwischen Primärinvagination und nachfolgendem Rezidiv in zwei Zeiträume unterteilt, nämlich in eine Früh- und eine Spät-Rezidiv-Invagination der Primärinvagination. Dabei wird unter einer Früh-Invagination ein neuerliches Auftreten einer Invagination noch am gleichen Tag bzw. binnen 24 Stunden nach Behandlung der Erst-Invagination verstanden. Ein Spät-Rezidiv ist ein Rezidiv einer Primär-Invagination, die länger als 24 Stunden nach Behandlung der Erst-Invagination aufgetreten ist. Hier wurde die Häufigkeit einer Früh- bzw. Spät-Rezidiv-Invagination zwischen beiden Behandlungsgruppen unterschieden.

In der Gruppe 1 (primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle) lag der Anteil von Rezidiven (Früh- und Spät-Rezidive) bei 12,3% (7 von 57 Behandlungsfällen). Dieser Anteil unterschied sich nicht statistisch signifikant (Chi^2 : $p = 0,2589$) von dem Anteil an Rezidiven in der Gruppe 2 (primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle), der 19,3% (20 von 104 Behandlungsfällen) betrug.

Die Tabelle 9 zeigt die Verteilung von Früh- und Spätrezidiven in den beiden Behandlungsgruppen. Früh-Rezidive fanden sich in der Gruppe mit Desinvagination unter Röntgenkontrolle überhaupt nicht, während sie in der Gruppe mit Desinvagination unter sonographischer Kontrolle mit 1% niedrig lagen. Der Anteil von Spät-Rezidiven hingegen lag in der Gruppe 1 (primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle) mit 12,3% deutlich aber nicht signifikant (Fisher-Exact: $p = 0,7407$) niedriger als in der Gruppe 2 (primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle), wo er 18,2% betrug - siehe Tabelle 8.

Rezidiv-Invagination	Gruppe 1 (1981-1994) primär Desinvagination unter Röntgen- kontrolle		Gruppe 2 (1995-2006) primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle	
	n	%	n	%
keine Rezidiv-Invagination	50	87,7	84	80,8
Früh-Rezidiv ¹⁾	0	0	1	1,0
Spät-Rezidiv ²⁾	7	12,3	19	18,2

¹⁾ Rezidiv am gleichen Tag der Behandlung der Erst-Invagination

²⁾ Rezidiv später als einen Tag nach Behandlung der Erst-Invagination

Aufgrund der geringen Rezidivrate war es notwendig, bei der Frage, ob der Invaginatkopf beim (Früh-/Spät-)Rezidiv im gleichen Darmabschnitt lokalisiert war wie bei der Primärvagination, alle Behandlungsfälle beider Therapiegruppen gemeinsam zu betrachten.

Es scheint bei den zahlenmäßig am stärksten besetzten Lokalisationen eine gewisse Tendenz zu ergeben. Lag der Invaginatkopf bei Primärvagination im Caecum, so lag er auch beim Rezidiv gehäuft in dieser Region. Hatte die Primärvagination das Colon ascendens betroffen, war auch dieses beim Rezidiv vorwiegend betroffen gewesen. Bei den anderen Lokalisationen konnte mangels Fallzahl keine Aussage getroffen werden. Insgesamt kann jedoch ausgesagt werden, dass bei Primärvagination der Invaginatkopf in einem Drittel der Fälle im Colon ascendens lokalisiert ist, zu einem Viertel im Caecum und zu knapp einem Fünftel im Bereich der rechten Flexur und des Colon transversum. In anderen Darmabschnitten findet sich bei der Primärvagination selten der Invaginatkopf lokalisiert. Bei einer Rezidivvagination wird der Invaginatkopf am häufigsten im Caecum lokalisiert, am zweithäufigsten im Colon ascendens (siehe Tabelle 9). Eine Signifikanzprüfung war wegen der geringen Anzahl von Rezidiven leider nicht durchführbar.

Tabelle 9: Lokalisation des Invaginatkopfes bei Primärvagination und bei Rezidivvagination (Früh- und Spät-Rezidiv werden gemeinsam betrachtet); es werden alle 161 Behandlungsfälle beider Therapiegruppen gemeinsam betrachtet				
Invaginatkopf ist lokalisiert im...	Lokalisation des Invaginatkopfes bei Primärvagination (134 Invaginationsfälle)		Lokalisation des Invaginatkopfes bei (Früh-/Spät-)Rezidiv (27 Invaginationsfälle)	
	n	%	n	%
... Caecum	31	23,1	12	44,4
... Colon ascendens	44	32,8	10	37,0
... rechte Flexur	24	17,9	1	3,8
... Colon transversum	25	18,7	2	7,4
... linke Flexur	4	3,0	-	-
... Colon descendens	3	2,2	-	-
... Sigma	1	0,7	-	-
... Dünndarm ¹⁾	2	1,6	2	7,4

¹⁾ es handelt sich um vier Patienten (zwei Jungen, zwei Mädchen), wobei zwei Patienten eine primäre ilieoiliale Invagination erlitten. Bei den beiden anderen Fällen handelt es sich eine iliioiliale Rezidivvagination nach einer primär ilieocoekalen Invagination.

4.9. Häufigkeit einer Darmresektionen in beiden Untersuchungsgruppen

Der Anteil von Behandlungsfällen, in denen im Rahmen der Therapie eine Darmresektion vorgenommen werden musste, betrug im Gesamtkollektiv der 161 Fälle insgesamt 5,6%. In der Gruppe 1 (primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle) lag der Anteil mehr als doppelt so hoch (8,8%) im Vergleich zur Gruppe 2 (primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle) (3,8%), aber der Unterschied erreichte keine statistische Signifikanz (siehe Abbildung 19).

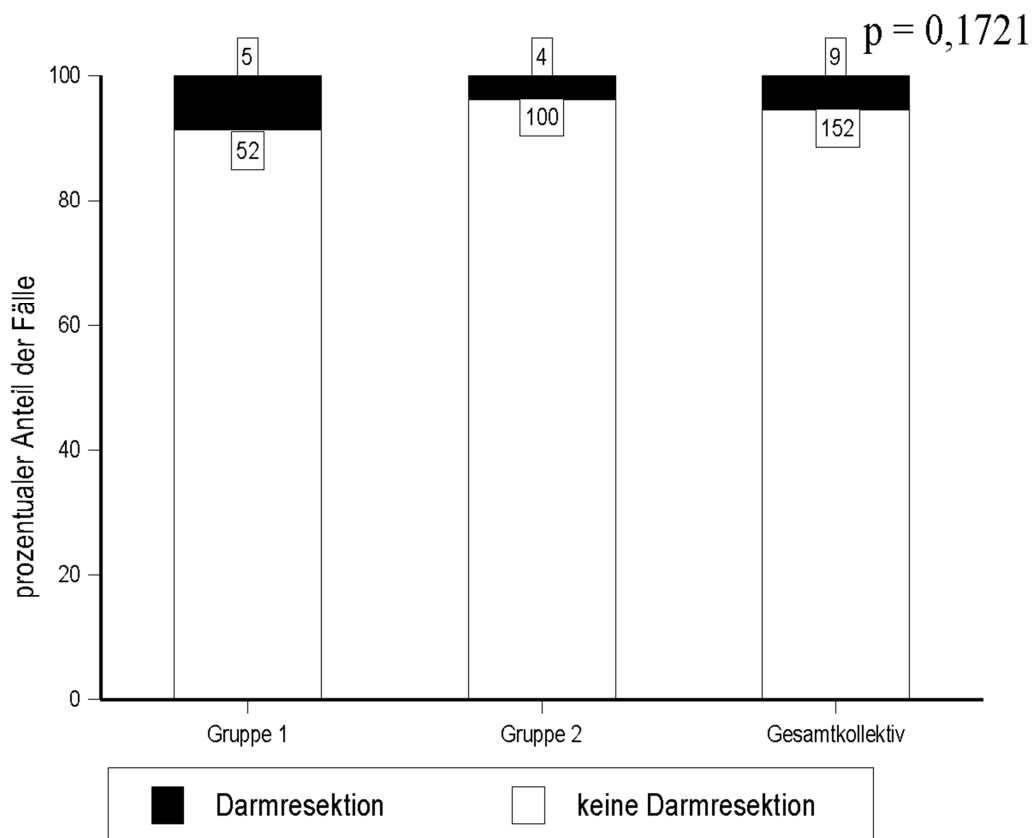


Abbildung 19: Absolute und relative Häufigkeit der Fälle mit und ohne Darmresektion in der Gruppe 1 (primärer Desinvinationsversuch unter Röntgenkontrolle) und der Gruppe 2 (primärer Desinvinationsversuch unter sonographischer Kontrolle) sowie im Gesamtkollektiv; Signifikanzprüfung mittels Fisher-Exact-Test.

4.10. Häufigkeit von Spätkomplikationen in beiden Untersuchungsgruppen

Der Anteil von Behandlungsfällen, in denen nach erfolgreicher Therapie Spätkomplikationen (nähere Darstellung der Fälle siehe unten) auftraten, war zwischen beiden Behandlungsgruppen signifikant unterschiedlich. Während in der Gruppe 1 (primäre Desinvagination unter Röntgenkontrolle) dieser Anteil 5,3% betrug, lag der Anteil in der Gruppe 2 (primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle) bei 0% (siehe Abbildung 20).

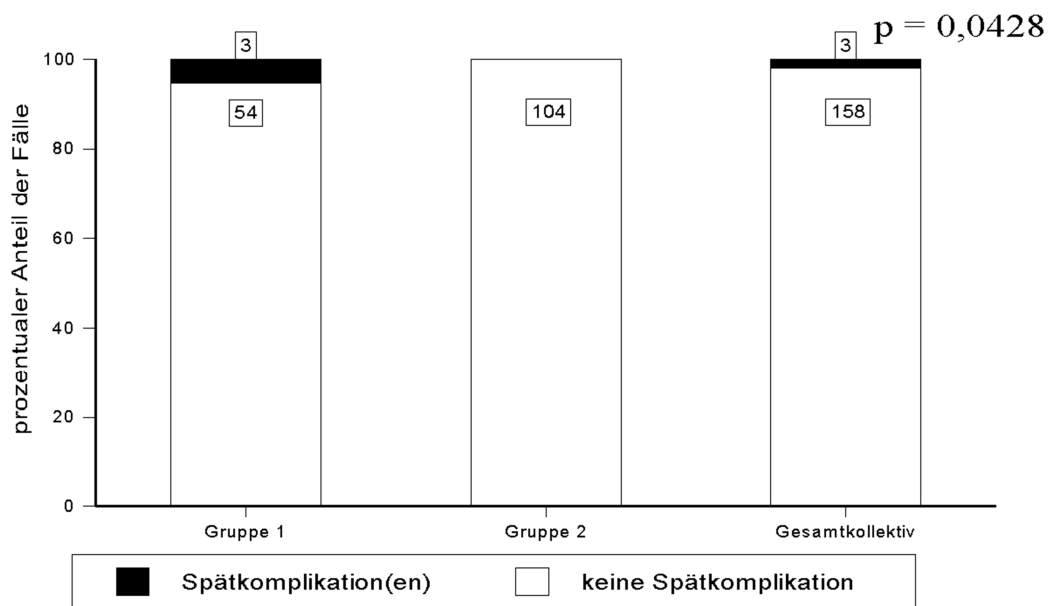


Abbildung 20: Absolute und relative Häufigkeit der Fälle mit und ohne Spätkomplikation(en) in der Gruppe 1 (primärer Desinvinationsversuch unter Kontrastmittelkontrolle) und der Gruppe 2 (primärer Desinvinationsversuch unter sonographischer Kontrolle) sowie im Gesamtkollektiv; Signifikanzprüfung mittels Fisher-Exact-Test.

Die drei Patienten mit Spätkomplikationen stellten sich im Detail wie folgt dar.

1. Patientin (A.M., geb. 04.12.1985):

Die Patientin wurde am 25.06.1989 im Alter von 3,5 Jahren stationär aufgenommen und entwickelte am 28.06.1989 eine primäre Invagination, bei der der Invaginatkopf im Bereich des Colon transversum lokalisiert war. Diese Invagination wurde zunächst mittels Kontrastmitteleinlauf therapiert. Einen Tag später (29.06.1989) erlitt die Patientin eine Blinddarmentzündung, die durch Appendektomie therapiert wurde. Zehn Tage postoperativ entwickelte die Patientin einen Bridenileus, der eine erneute Laparotomie mit chirurgischer Versorgung erforderte.

2. Patientin (S.N., geb. 26.10.1978)

Die Patientin erlitt am 09.02.1988 eine manifeste Invagination, die diagnostiziert und erfolgreich konservativ unter Kontrastmittelkontrolle therapiert wurde. Bis zur nächsten stationären Aufnahme am 26.07.1988 war die Patientin mehrfach ambulant wegen passagerer Invaginationen vorstellig geworden, die sich spontan lösten und keiner konservativen Therapie zugeführt werden mussten. Am letztgenannten Termin wurde die Patientin wiederum mit typischen klinischen Beschwerden wegen einer Darminvagination stationär aufgenommen. Aufgrund der Schwere der Symptomatik wurde ohne weiteren konservativen Therapieversuch am 27.07.1988 eine explorative Laparotomie durchgeführt. In deren Rahmen stellte sich eine Mehrfachinvagination des Jejunums und des Ileums heraus sowie mehrere Polypen bei bestehendem Peutz-Jeghers-Syndrom.

3. Patient (C. F., geb. 30.03.1983)

Der Patient wurde am 20.04.1983 zunächst wegen abdomineller Beschwerden stationär aufgenommen. Am Folgetag zeigte sich im Rahmen des radiologischen Desinvaginationsversuchs bei einer Abdomenübersichtsaufnahme ohne Kontrastmittelgabe im Hängen ein Ileus. Daraufhin erfolgte am gleichen Tag eine Laparotomie, bei der sich eine ileocoecale Invagination präsentierte, die sich spontan löste. Als weiterer Operationsbefund war ein Sigmavolvulus ohne Perforation bzw. eine Peritonitis vorhanden. Im Dezember 1984 wurde der Patient wegen Ver-

wachungsbeschwerden mit Subileussyptomatik neuerlich vorstellig. Nach hohem Einlauf besserten sich die Beschwerden, es wurde jedoch keine sonographische oder Kontrastmitteluntersuchung durchgeführt.

4.11. Therapiekosten/-gewinn

Die gemäß des Fallpauschalensystems DRG zu kalkulierenden Therapiekosten für den Kostenträger bzw. die Gewinne für das Krankenhaus hängen von dem Verlauf der Inagination ab. Die für den Kostenträger anfallenden Behandlungsbeträge beliefen sich in der Gruppe 1 (primäre Desinvaginationsversuch unter Kontrastmittelkontrolle) auf durchschnittlich 4798 Euro mit einem Reingewinn von im Mittel 106 Euro pro Behandlungsfall. In der Gruppe 2 (primäre Desinvagination unter sonographischer Kontrolle) waren die mittleren Behandlungskosten pro Fall mit 2471 Euro nur etwa halb so hoch, jedoch war auch der Reingewinn mit 55 Euro halbiert. Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen beruhten auf dem Umstand, dass in der Gruppe 1 erheblich häufiger die primäre Therapie erfolglos war und operiert (mit Reposition oder mit Resektion) werden musste - siehe Tabelle 10.

Therapieverlauf in DRG-Klassen	Gruppe 1 primärer Desinvaginationsversuch unter Kontrastmittelkontrolle (n=57)		Gruppe 2 primärer Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle (n=104)	
	n	%	n	%
Therapie primär erfolgreich DRG: 1617 Euro KH-Gewinn: 36 Euro	29	50,9	91	87,5
Therapie primär erfolglos; Umstieg auf OP nur mit Reposition; DRG: 7796 Euro KH-Gewinn: 173 Euro	23	40,3	9	8,6
Kinder über 2 Jahre mit primär erfolgloser Therapie und Umstieg auf OP mit Resektion; DRG: 7623 Euro KH-Gewinn: 173 Euro	2	3,5	1	1,0
Kinder unter 2 Jahre mit primär erfolgloser Therapie und Umstieg auf OP mit Resektion; DRG: 10695 Euro KH-Gewinn: 237 Euro	3	5,3	3	2,9

Berechnet man die Operationsnotwendigkeit bzw. die Notwendigkeit zum Umstieg auf eine operative Versorgung (operative Reposition oder Resektion des invaginierten Darmabschnittes) auf der Basis ausschließlich jener Patienten, bei denen primär ein Desinvaginationsversuch entweder unter Röntgenkontrolle oder unter sonographischer Kontrolle vorgenommen wurde (vgl. hierzu Tabelle 3), zeigen sich in Bezug auf 100 Behandlungsfälle folgende Ergebnisse.

In der Gruppe 1 (primärem Desinvaginationsversuch unter Kontrastmittelkontrolle) fanden sich 29 Patienten mit primär erfolgreicher Therapie sowie weitere 17 Patienten, bei denen dieser Therapieansatz versagte und der Patient operativ versorgt werden musste. In der Gruppe 2 (primäre Desinvaginationsversuch unter sonographischer Kontrolle) fanden sich demgegenüber 92 Patienten mit primär erfolgreicher Therapie und nur 11 Patienten mit primärem Therapieversagen und Operationsnotwendigkeit. Demzufolge betrug die Rate von operativ zu versorgenden Patienten auf der Basis von 100 Behandlungsfällen in der Gruppe 1 insgesamt 36,9%, während sie in der Gruppe 2 mit 10,6% weniger als ein Drittel betrug.

Die hypothetische Kostenrechnung auf der Basis des DRG 2009 zeigt einen deutlichen Kostenvorteil in der Behandlung der Patienten. Mit dem Desinvaginationsverfahren unter sonographischer Kontrolle ist eine 50%ige Kostenreduktion möglich (s. Tab. 11).

Tabelle 11: Analyse der gesamten Kosten in beiden Therapiegruppen auf der Basis des DRG 2009 (Gruppe 1: hypothetische Kosten; Gruppe 2: tatsächl. Kosten)						
	Gruppe 1 primärer Desinvaginations- versuch unter Kontrast- mittelkontrolle			Gruppe 2 primärer Desinvaginations- versuch unter sonographi- scher Kontrolle		
	n	%	€	n	%	€
primär erfolgreiche Desinvagination	53	50,9	85.701,-	91	87,5	148.764,-
operative Reposition	42	40,4	327.432,-	9	8,6	70.164,-
operative Resektion im Alter > 2. Lebensjahr	4	3,5	30.492,-	1	1,0	7.623,-
operative Resektion im Alter < 2. Lebensjahr	6	5,3	64.170,-	3	2,9	32.085,-
Gesamtkosten			507.795,-			258.636,-
Kostendifferenz zwischen Gruppe 1 und 2						249.159,-

5. Diskussion

Die vorliegende retrospektive Untersuchung vergleicht die Diagnostik und die Therapie der kindlichen Invagination vor und nach Einführung der sonographisch kontrollierten Desinvagination. Der Beobachtungszeitraum von 25 Jahren war aus verschiedenen Gründen notwendig. Zum einen handelt es sich bei der Darminvagination zwar um die häufigste akute intestinale Obstruktion im Säuglings- und Kleinkindesalter, aber sie findet sich in Europa nur in einer Häufigkeit von 1,1-4,3 Fällen pro 1.000 Lebendgeburten (Bines und Ivanoff 2002) bzw. 43-72 Fälle pro 100.000 Kinder in Deutschland (Kohl et al. 2010). Es bedarf demnach eines längeren Beobachtungszeitraums, um eine ausreichende Fallzahl von Kindern mit dieser Erkrankung zu eruieren. Zum anderen wurden zwei verschiedene Behandlungsmodalitäten verglichen (primärer Desinvinationsversuch unter Röntgenkontrolle versus primärer Desinvinationsversuch unter sonographischer Kontrolle), wobei die röntgenbasierte Methode in den Jahren 1981-1994 vorgenommen und ab 1995 durch die sonographische Kontrolle ersetzt wurde. Es musste demnach zeitlich weit zurückgegriffen werden, um für jede der beiden zeitlich aufeinanderfolgenden Behandlungsmethoden ausreichend Datenmaterial für einen statistisch aussagefähigen Vergleich zu finden. Dabei muss bedacht werden, dass die für die Auswertung notwendige hohe Dokumentationsqualität der Krankenunterlagen mit steigendem zeitlichen Abstand zur Gegenwart abnimmt und dass deshalb nicht alle Akten der ursprünglich behandelten Patienten, die im Beobachtungszeitraum in der Klinik vorstellig wurden, für eine Auswertung in Frage kamen.

Die eigene Untersuchungsgruppe bestand aus 134 Patienten, die insgesamt 161 Invaginationen aufwiesen. Die Mehrzahl der Patienten waren männlich (68,7%), das Durchschnittsalter der zwischen drei Monaten und 9 Jahren alten Patienten betrug $25,8 \pm 2,0$ Monate. Das Überwiegen männlicher Kinder findet sich auch in anderen Arbeiten mit sogar noch deutlich größeren Kollektiven wie Bratton et al. (2001), die bei 508 Kindern eine Geschlechtsrelation von 68% männliche zu 33% weiblichen Kindern im Alter zwischen 0,5 bis 2,3 Jahren fanden. Ugwu et al. (2000) beschreiben sogar eine entsprechende Relation von 3,6 :1 in einem pädiatrischen Kollektiv mit einem Durchschnittsalter von 2,2 Jahren. In einem kleinen Kollektiv an 39 Kindern mit

Intussusception waren 29 Jungen und 10 Mädchen (74% vs. 26%) in einem Alter von 12 Stunden bis drei Monaten (Durchschnittsalter 52,6 Tage) erkrankt (Kong et al. 2010). Insofern ist das eigene pädiatrische Klientel hinsichtlich der Geschlechtsverteilung mit anderen Studien vergleichbar.

Die untersuchten 134 pädiatrischen Patienten präsentierten sich mit insgesamt 161 Invaginationsfällen. Die Rate an Patienten mit zwei bis fünf Invaginationen betrug 14% (20/134) und lag damit etwas oberhalb der Rezidivrate von Studien mit großer Fallzahl wie jener von Niramis et al. (2010). Diese konnten über einen 32jährigen Zeitraum (1976-2008) insgesamt 1340 Patienten (Alter 14,9 Monate) mit 1448 Invaginationsepisoden untersuchen, von denen 75 Patienten (5,6%) mehrfach nacheinander Invaginationen zeigten. Dabei reichte die Anzahl dieser Invaginationszidive bis zu fünf Fällen. Insofern spiegelt das eigene Patientenkollektiv ein realistisches Abbild der Kinder mit Invagination wieder, auch wenn der Anteil von Kindern mit wiederholten Invaginationen deutlich höher ist. Eine mögliche Erklärung für diese Häufung könnte der längere Nachbeobachtungszeitraum in der eigenen Studie sein.

Für die Vergleichbarkeit der beiden Invaginationstherapien ist es erforderlich, darauf hinzuweisen, dass trotz der zeitlich deutlich auseinanderliegenden Kohorten der Gruppe 1 (Behandlungszeitraum 1981-1994) und der Gruppe 2 (Behandlungszeitraum 1995-2006) sowohl die jeweilige Geschlechtsrelation (Gruppe 1: männlich 61,4% vs. 38,6% weiblich; Gruppe 2: männlich 74% vs. 26% weiblich) als auch das Alter der Kinder bei Erstmanifestation der Invagination (Gruppe 1: 26,8 Monate; Gruppe 2: 27,1 Monate) nicht signifikant verschieden war. Somit war die Ausgangslage in beiden retrospektiv gebildeten Gruppen ähnlich. Diese Vergleichbarkeit ist auch im Hinblick auf die zwischen Beginn der akuten klinischen Symptomatik und dem jeweiligen Therapiebeginn gegeben gewesen (Gruppe 1: 7,5 Stunden; Gruppe 2: 6 Stunden). Somit ergab sich für die erste der gestellten Fragen in der vorliegenden Studie, nämlich jener nach einem etwaigen Unterschied der Zeitspannen zwischen dem Auftreten der klinischen Symptomatik und dem Therapiebeginn zwischen beiden Untersuchungsgruppen, eindeutig keine relevante Diskrepanz.

Hinsichtlich der zweiten Frage der vorliegenden Arbeit, ob es unterschiedliche Zeitspannen zwischen Krankenhausaufnahme und Therapiebeginn gegeben hatte, ist zu sagen, dass ein solcher Unterschied in signifikanter Weise bestand. Die 1. Gruppe mit primärem Desinvaginationsversuch unter Röntgenkontrolle bedurfte im Mittel 3,1 Stunden und damit etwa dreimal länger als die 2. Gruppe (1,1 Stunden). Das heißt, Diagnostik und Therapie einer Invagination werden seit Beginn der sonographischen Diagnostik und Therapiekontrolle der hydrostatischen Reposition signifikant schneller durchgeführt, wenn der Patient die Kinderklinik erreicht hat. Die Erklärung für den Zeitunterschied dürfte u.a. in der für die Vorbereitung der Röntgenanlage (Durchleuchtung) und des Kontrastmittels liegen. Welche Gründe jedoch genau für die Verzögerung verantwortlich sind, lässt sich aus dem Datenmaterial nachträglich nicht mehr eruieren. Auch die Gesamtzeit zwischen Beginn der Symptomatik und dem Therapiebeginn hat sich verkürzt, jedoch nicht statistisch signifikant.

Der leading point und damit die Ursache der Invagination, war bei der Mehrzahl der Kinder unbekannt (Gruppe 1: 68,4%; Gruppe 2: 56,7%). Eine spezifizierbare Ursache, z.B. eine Lymphadenitis mesenterialis, ein Meckel'sches Divertikel, Polypen, Verwachsungen oder einem malignen Lymphom, fand sich nur bei einem Drittel bis knapp der Hälfte der Kinder. Damit lag die Rate detektierbarer leading points in der eigenen Studie insgesamt bei 39,9% und damit sogar deutlich höher als in der Vergleichsliteratur. Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass lediglich bei 10% der Betroffenen eine anatomische Ursache (Meckel-Divertikel, Darmduplikation, Appendix, submuköse Blutungen bei Purpura Schönlein-Henoch oder verschiedene Arten von Raumforderungen) gefunden werden kann (Ellerkamp und Schellinger 2008). Auch in klinischen Untersuchungen mit ähnlicher Gruppengröße wie die eigene Studie (Conkorkmaz et al. 2010) konnte bei 118 behandelten Kindern, von denen 65 operiert wurden, lediglich bei 13 Kindern ein eindeutiger leading point festgestellt werden. Bezogen auf das Gesamtkollektiv waren dies also ebenfalls nur 11% der erkrankten Kinder. Bei kleineren Studien wie derjenigen von Kong et al. (2010) an 39 Kindern, von denen 19 Kinder operiert wurden, fanden sich lediglich bei fünf Kindern (12,8%) ein leading point (zweimal Meckel-Divertikel, zweimal Nekrose an der Umschlagfalte der Invagination, einmal ileale Duplikation mit Nekrose). Das Meckel'sche Divertikel

als leading point der Invagination war bei 3,7% aller Kinder in der vorliegenden Arbeit anzutreffen. Damit entspricht seine Auftretenshäufigkeit etwa jener in der Studie von Büttcher et al. (2007), die 2,1% Meckel'sche Divertikel bei ihren 288 behandelten pädiatrischen Patienten mit Invagination berichteten. Sie fanden zudem auch 1% intestinale Lymphome als leading point, was in etwa den 0,6% im eigenen Kollektiv entspricht. Nach Eklöf et al. (1980) nimmt die Häufigkeit von leading points mit dem Alter zu bzw. sie ist bei unter fünfjährigen Kindern mit 2% deutlich geringer als bei über fünfjährigen Kindern mit 18,2%. Wir haben eine entsprechende Altersverteilung nicht berechnet, da die überwiegende Mehrzahl der leading points aus unspezifischen Entzündungen (Lymphadenitis mesenterialis) bestanden (24,8% aller Kinder), während eindeutige leading points wie Meckel'sches Divertikel, Polypen, Verwachsungen oder malignes Lymphom mit insgesamt 14 Kindern eine dermaßen geringe Fallzahl bildeten, dass eine belastbare Aussage nicht zu treffen gewesen wäre.

Die hauptsächlich interessierende Frage der vorliegenden Arbeit betraf die Erfolgsraten beider Untersuchungsgruppen. Es konnte ermittelt werden, dass in der ersten Gruppe mit primärer Desinvagination unter Röntgenkontrolle 50,9% der Fälle primär erfolgreich behandelt werden konnten. Allerdings war diese primäre Erfolgsrate in der zweiten Gruppe unter sonographischer Kontrolle mit 88,5% erheblich und signifikant höher. Während nach erfolgloser Röntgenkontroll-Desinvagination 29,8% der Kinder im Anschluss operativ versorgt werden mussten, war dies lediglich bei 10,8% der Kinder nach erfolglosem Desinvaginatsversuch unter sonographischer Kontrolle notwendig. Dies zeigt einen noch größeren Vorteil der sonographischen Diagnostik und Therapiekontrolle. Wahrscheinlich hätte fast allen der primär operierten Kinder aus der Röntgenkontroll-Desinvinationsgruppe bei sonographischer Diagnostik und Therapiekontrolle die Operation erspart werden können. Die hohe Rate an sofort operierten Patienten ist nicht verwunderlich und sie schwankt zudem erheblich in der Literatur. So findet sich bei Büttcher et al. (2007) die Notwendigkeit zur sofortigen operativen Primärinterventionen bei lediglich 6% der Kinder, während Simon et al. (1994) bei 20 Kindern im Alter von durchschnittlich sechs Monaten in jedem zweiten Fall sofort operierten.

Schließt man alle Patienten in der eigenen Studie aus, die sofort operiert werden mussten, verblieben 46 Fälle mit Röntgenkontroll- und 103 Patienten mit sonographischer Desinvagination. Bei diesen Fällen liegt die primäre Erfolgsrate unter der jeweiligen Desinvagination bei 63% (17/46) bzw. bei 89% (92/103), so dass wiederum die sonographisch kontrollierte Desinvagination erheblich günstiger abschneidet.

Die primäre Erfolgsrate bei sonographisch geführter Desinvagination liegt in der Literatur bei mindestens 80% (Hadidi und El Shal 1999, Gonzalez-Spinola et al. 1999, Wang und Liu et al. 1988). In einer besonders fallstarken chinesischen Untersuchung an 5218 pädiatrischen Patienten gelang die Desinvagination sogar in 95,5% der Fälle und nur bei 4,5% der Patienten war ein chirurgischer Eingriff erforderlich (Bai et al. 2006). Insofern liegt die eigene Erfolgsrate im Rahmen der Vergleichsliteratur. Der Vergleich der Endresultate ist jedoch dadurch verkompliziert, dass es keine einheitliche Vorgehensweise bei der Durchführung der sonographisch geführten Desinvagination gibt. Einige Zentren verwenden einen Foley-Katheter und sedieren den Patienten (Wood et al. 1992), während andere keine Medikamente verwenden (Hadidi und El Shal 1999, Gonzalez-Spinola et al. 1999, Lim et al. 1994), während wiederum andere Autoren sich eine Zeitbegrenzung für eine maximale Versuchsdauer bei ggf. mehrfach frustan verlaufenden Desinvaginationsversuchen setzen (Gonzalez-Spinola et al. 1999, Shiels et al. 1991).

Die primäre Erfolgsrate bei Verwendung von Bariumeinläufen liegt niedriger. Eine im Vergleich zur eigenen Arbeit ähnlich strukturierte Studie (Shehata et al. 2000) konnte bei ägyptischen Kindern einen Vergleich der Desinvagination mit radiologisch kontrollierten Kontrastmitteleinlauf (Barium) für die Behandlungsjahre 1983-1990 und ultraschallgestützter Desinvagination unter Verwendung von Kochsalzlösung oder Luft für die Jahre 1991-1998 anstellen. Die Erfolgsrate unter radiologischer Kontrolle lag mit 71,7% deutlich niedriger als unter sonographischer Kontrolle (85,5%) und sie lag nur wenig über den eigenen Resultaten. Analog zur eigenen Studie kamen auch Shehata et al. (2000) zu der Erkenntnis, dass die ultraschallgestützte Desinvagination der radiologisch kontrollierten Desinvagination hinsichtlich der Erfolgsrate klar überlegen ist.

Eine Frage der vorliegenden Studie, nämlich, wie sicher man die Diagnose einer Darminvagination radiologisch bzw. sonographisch stellen kann, kann leider nicht eindeutig beantwortet werden. Grund hier ist das Design der retrospektiven Studie, welches primär auf den Vergleich zweier Desinvaginationsverfahren ausgerichtet war. Die Sensitivität und Spezifität der Diagnosestellung war mit dem Design nicht ermittelbar. Hierzu hätte es eines prospektiven Studiendesigns bedurft, in dem man mit einem festgelegten Diagnoseschema alle eintreffenden Verdachtsfälle in einem vorgegebenen Zeitraum hätte überprüfen müssen. Was allerdings festgestellt werden kann, ist der Umstand, dass nur jene Patienten in die Auswertung aufgenommen wurden, bei denen eine gesicherte Invagination vorgelegen hatte. Dadurch lässt sich zumindest ableiten, dass sich mit beiden Vorgehensweisen eine Diagnosestellung erzielen lässt. Inwieweit jene jedoch auf die pädiatrische Risikoklientel im allgemeinen übertragbar ist, kann nicht ausgesagt werden. Allerdings gibt es bereits Studien, die sich dieser Problematik angenommen haben. So ergab eine aktuelle Untersuchung von Saverino et al. (2010) bei einer alters- und geschlechtskontrollierten retrospektiven Analyse von 73 Kindern mit bzw. ohne Darminvagination, dass mittels einer Abdomenübersichtsaufnahme und unter Nutzung von vier Diagnosekriterien (Nachweis intraluminale Massen, fehlender Nachweis eines luftgefüllten Zökum, unklarer Leberrand bzw. Nachweis von Massen im rechten oberen Quadranten) ein Nachweis einer ileokolischen Darminvagination mit einer Sensitivität von 77% und einer Spezifität von 97% möglich ist.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der in der vorliegenden Arbeit zu klären war, war die Frage nach der Operationsfrequenz in beiden Untersuchungsgruppen. Hierbei muss jedoch zunächst geklärt werden, welche Art der Operationsnotwendigkeit als Basis zur Bewertung der Operationsfrequenz verwendet wird. Schließlich wurden in der röntgenkontrollierten Desinvaginationsgruppe mit 19,3% erheblich mehr Kinder ohne erstmaligen Desinvaginationsversuch sofort zur Operation weitergeleitet, während der analoge Prozentsatz in der Gruppe mit sonographischer Desinvagination lediglich 1% betrug. Wären diese Fälle in die Betrachtung eingeflossen, hätte eine massive Verfälschung der Ergebnisse resultiert. Es macht demgegenüber wesentlich mehr Sinn, lediglich jene Patienten zu betrachten, bei denen das röntgenologisch bzw. sonographisch kontrollierte Desinvaginationsverfahren erfolglos blieb und der Patient im Anschluss zur Opera-

tion überstellt werden musste. Hier gab es einen deutlichen Unterschied, denn in der Röntgen-Gruppe lag diese Rate bei 29,8% und damit fast dreimal höher als in der sonographisch kontrollierten Patientengruppe (10,5%). Unserer Meinung nach liegt die niedrigere Rate an Operationen bei der sonographisch kontrollierten Repositionen in erster Linie an der methodenbedingt längeren Repositionszeit sowie der in der Klinik konsequent durchgeführten Analgosedierungen. Dadurch bestand für die sonographische Behandlung grundsätzlich eine höhere Chance auf eine erfolgreiche Desinvagination. Allerdings scheint zusätzlich die sonographisch geleitete Methode eine deutlich höhere Erfolgsrate im Vergleich zur radiologisch kontrollierten Methode zu besitzen, wenn der Invaginatkopf sich im Colon ascendens (Primärerfolg: 92,7% vs. 61,5%), im Colon transversum (Primärerfolg: 93,3% vs. 75%) und im Caecum (Primärerfolg: 84,2% vs. 33,3%) befindet (vgl. Tabelle 5). Berücksichtigt werden muss jedoch bei der Interpretation, dass es fließende Übergänge bei der Positionierung des Invaginatkopfes im Caecum und Colon ascendens gibt. Auch wenn die Gesamtgruppengrößen jeweils für eine ausreichend sichere Analyse noch nicht groß genug erscheinen, ergibt sich aus den eigenen Daten jedoch ein deutlicher Trend dahingehend, dass bei der sonographisch kontrollierten Vorgehensweise der Primärerfolg desto höher bzw. die Operationsnotwendigkeit umso niedriger ist, je weiter analwärts der Invaginatkopf positioniert ist.

Die stationäre Aufenthaltsdauer der behandelten Kinder war in beiden Studiengruppen nicht signifikant verschieden (unter Röntgenkontrolle: 8,5 Tage vs. unter Sonographie-Kontrolle: 6,6 Tage), wobei jedoch tendenziell die Hospitalisierungszeit in der sonographisch kontrollierten Desinvaginationsgruppe kürzer ausfiel. Allerdings ist diese Zeitspanne relativ wenig aussagefähig, da sie alle Kinder gemeinsam betrachtet und nicht zwischen Kindern mit primär erfolgreicher Desinvagination und Kindern mit primär nicht erfolgreicher Desinvagination und nachfolgender Operation (bzw. sofort durchgeführter Operation ohne Desinvaginationsversuch) unterscheidet. Diese Differenzierung ist aber unumgänglich, denn es zeigen sich erhebliche Unterschiede. Ist eine Operation der Darminvagination notwendig, liegt das Kind unabhängig davon, ob es einem radiologisch oder sonographisch kontrollierten Desinvaginationsversuch zugeführt wurde oder nicht, zwischen 12-14 Tagen im Krankenhaus. Ist die primäre Desinvagination

jedoch erfolgreich, so liegen in der eigenen Studie interessanterweise die Kinder mit Desinvagination unter sonographischer Kontrolle signifikant und im Median einen Tag länger stationär als Kinder, deren Desinvagination unter radiologischer Kontrolle durchgeführt wurde (5 Tage vs. 4 Tage - vgl. Tabelle 6). Die mehrtägige Überwachung der Kinder nach der primären Desinvagination ist sinnvoll, da die Möglichkeit für das Auftreten von Frührezidiven besteht. Bajaj und Roback (2003) berichteten beispielsweise über eine Rezidivrate von 10% (8/78) nach primärer Desinvagination, wobei die Hälfte ihrer Rezidiv-Patienten die Komplikation binnen der ersten 48 Stunden nach Erstversorgung erlitten. Gilmore et al. (2010) berichteten über eine Frührezidivrate (innerhalb der ersten 24 Stunden) von lediglich 5,3%. Insofern ist es angezeigt, eine entsprechende postoperative Nachbeobachtungsphase im Krankenhaus anzuschließen. Es stellte sich allerdings die Frage, wie lange diese Periode sein sollte. In der Literatur finden sich zum Teil ausgesprochen kurze Hospitalisierungszeiten. Bajaj und Roback (2003) geben 22,7 Stunden (10-50 Stunden) an, Gilmore et al. (2010) nahmen lediglich 18% ihrer mittels Kontrastmittel oder Luft desinvaginierten 56 Patienten stationär auf, wobei deren Aufenthalt nur 33,7 Stunden betrug. Cospers et al. (2006) berichteten allerdings über in etwa ähnlich lange stationäre Aufenthaltsdauern wie die eigene Untersuchung. Sie analysierten 2677 Darminvagnationsfälle in den USA aus der Kid's Inpatient Database des Jahres 2000 und ermittelten eine Gesamtliegedauer im Krankenhaus von durchschnittlich drei Tagen. Inwieweit bei der eigenen Patientenklientel die Aufenthaltsdauer verkürzt werden kann, ist mit den Daten dieser vorliegenden Arbeit nicht zu klären.

Die eigenen Daten zeigen, dass möglicherweise die zugrundeliegende Diagnose einen Einfluss auf die Aufenthaltsdauer gehabt haben könnte. Die Kinder der Gruppe mit primärer Desinvagination unter sonographischer Kontrolle wiesen dreimal häufiger eine unspezifische Entzündung auf als die Kinder, die unter Röntgenkontrolle einer primäre Desinvagination zugeführt wurden (32,7% vs. 10,5%). Auch fanden sich spezifische Entzündungen in der erstgenannten Gruppe doppelt so häufig im Vergleich zur letztgenannten Gruppe (6,7% vs. 3,5%).

Es liegt auf der Hand, dass die Gefahr der Entwicklung von Frührezidiven ein bedeutender Gesichtspunkt für eine mehrtägige stationäre Überwachung ist. Insgesamt traten im eigenen Kollektiv bei 20 der 134 Patienten zwei bis fünf Rezidive auf, was einer Rezidivrate von 14,9% entspricht. Damit liegt die eigene Rezidivhäufigkeit im Bereich der Rezidivraten von Kontrastmitteleinläufen (8-15%), der sonographisch kontrollierten Desinvagination (5,2-20%) und auch im Rahmen der laparoskopisch geführten Desinvaginationstechnik mittels Luft (5,4-15,4%) (Danemann und Navarro 2004). Es scheint jedoch angesichts der eigenen Ergebnisse einen Zeitunterschied zwischen Desinvagination des Primärbefundes und dem nächsten Rezidiv zu geben, wenn Patienten mit nur einem weiteren Rezidiv mit Patienten mit zwei oder mehr Rezidiven betrachtet werden (vgl. Tabelle 7). Die eigenen Daten zeigen, dass die Zeitspanne bis zum 1. Rezidiv bei Patienten, die nur ein weiteres Rezidiv entwickeln, mit 18,9 Tagen nur etwa ein Drittel so lange ist wie bei Patienten, die zwei und mehr Rezidive entwickeln (63,6 Tage). Dies würde bedeuten, dass weniger eine längere Hospitalisierung nutzbringend ist, als eine in den ersten 4 postinterventionellen Wochen engmaschige auszuführende Überwachung der Kinder. Auf der anderen Seite trat in der eigenen Arbeit nur ein einziges Frührezidiv auf, nämlich am gleichen Tag nach der Behandlung der Erst-Invagination und dies wiederum im Kollektiv mit sonographisch kontrollierter Desinvagination. Da dieses Früh-Rezidiv während der üblichen posttherapeutischen Hospitalisierungsperiode aufgetreten war und alle anderen seltenen Spät-Rezidive deutlich nach der Primärbehandlung auftraten, wäre zu überlegen, eine Verkürzung der stationären Aufenthaltsdauer anzustreben. Diese könnte zumindest bei denjenigen Kindern erfolgen, bei denen in der Anamnese keinerlei Vorgeschichte einer Darminvagination vorlag und binnen der ersten 2-3 Hospitalisationstage keinerlei Beschwerden erkennbar wurden.

Zusätzlich könnte die Lokalisation des Primärintervaginatates einen Aufschluss über das mögliche Rezidivrisiko geben. Die meisten Rezidive fanden sich bei Kindern, deren Invaginatkopf im Bereich des Caecum (27,9% Rezidivrate) oder Colon ascendens (18,5% Rezidivrate) vorlagen. Bei allen anderen Lokalisationen im Bereich des Dickdarms kam es entweder nur sehr selten (rechte Flexur, Colon transversum) oder überhaupt nicht (linke Flexur, Colon descendens, Sigma) zu einem Rezidiv. Bei einer Lokalisation des Invaginatkopfes im Dünndarm scheint jedoch eine hohe Rezidivgefahr

zu bestehen. Allerdings reichen die vier Patienten der eigenen Studie, die entsprechende Invaginatlösungen zeigten, nicht aus, um eine belastbare Aussage hierüber treffen zu können. Um eine abschließende Klärung durchzuführen, bedarf es einer deutlich zahlenstärkeren Untersuchungskohorte.

Aufgrund des primären Therapieversagens im Rahmen der röntgenologisch oder sonographisch kontrollierten Desinvagination bzw. aufgrund eines direkt die Operation erzwingenden Befundes wurden in der eigenen Studie bei 5,6% der Kinder eine Darmresektion vorgenommen. Damit liegt die eigene Operationsrate nicht viel höher als jene von großvolumigen Untersuchungen wie jener von Bai et al. (2006). Diese mussten bei 237 (4,5%) von 5218 Patienten eine operative Versorgung aufgrund einer primär nicht erfolgreichen sonographisch kontrollierten Desinvagination vornehmen. Eine eigentliche Darmresektion mussten die Autoren allerdings nur bei 71 Patienten (1,3%) durchführen. Bedenkt man allerdings, dass in der eigenen Studie die Notwendigkeit zur Darmresektion in der sonographisch kontrollierten Desinvaginationsgruppe mit 3,8% mehr als halb so hoch war wie in der röntgenologisch kontrollierten Gruppe (8,8%) ergibt sich erstens eine fast ähnlich gute Resektionshäufigkeit der eigenen sonographisch kontrollierten Desinvaginationsgruppe im Vergleich zu den Ergebnissen der großvolumigen Untersuchung von Bai et al. (2006) und zum zweiten zeigt sich ein die röntgenologisch kontrollierte Desinvaginationstechnik als offensichtlich unterlegen. Inwieweit jedoch dieses schlechtere Abschneiden auf die Desinvaginationstechnik oder nicht doch auf einen Zufallseffekt zurückzuführen ist, muss offen bleiben.

Spätkomplikationen fanden sich im eigenen Patientenkollektiv nur selten und betrafen ausschließlich Patienten aus der röntgenologisch kontrollierten Desinvaginationsgruppe. Bei diesen drei Patienten handelte es sich in allen Fällen um Personen, bei denen mehrfach eine Darminvagination aufgetreten war. So war bei einer Patientin die Primärintervention mittels röntgenologisch kontrollierter Desinvagination beherrschbar, jedoch kam es bereits einen Tag später zu einem Frührezidiv, das operativ behandelt werden musste und in dessen Folge ein sich weitere 10 Tage später entwickelnder Briden-Ileus eine weitere Laparotomie zur chirurgischen Versorgung erforderte. Bei einer zweiten Patientin stellten sich nach erfolgreicher Primärintervention in

der Folge weitere Rezidivinvaginationen ein, die letztlich zu einer explorativen Laparotomie führten, in deren Rahmen Mehrfachinvaginationen des Jejunums und des Ileums sowie mehrere Polypen bei Peutz-Jeghers-Syndrom diagnostiziert werden konnten. Der letzte Patient präsentierte in der Abdomenübersichtsaufnahme ohne Kontrastmittelgabe im Hängen bereits einen Ileus, der zur Laparotomie zwang. In deren Rahmen konnte ein Sigmavolvulus ohne Perforation und eine Peritonitis diagnostiziert werden. Im späteren Verlauf präsentierte sich der Patient nochmals wegen Verwachsungsbeschwerden mit Subileussyndromatik.

Auch in der Vergleichsliteratur finden sich Angaben zu Spätkomplikationen. Diese sind jedoch heterogen und lassen sich nicht nach charakteristischen Komplikationsformen einordnen. Bai et al. (2006) beschrieben bei neun Patienten (0,2% aller 5218 behandelten Patienten bzw. 4% aller operierter Patienten) eine Darmperforation. Ein Patient erlitt eine Ruptur einer Zyste. Während der ultraschallkontrollierten Desinvagination aspirierten zwei Kinder Milch aufgrund von Erbrechen während der Prozedur.

Ein Peutz-Jeghers-Syndrom, wie es bei einem der eigenen Patienten diagnostiziert werden konnte, findet sich auch in anderen Arbeiten als seltene Ursache für eine sekundäre Darminvagination. Bai et al. (2006) berichteten bei drei von 5218 Patienten über einen entsprechenden Befund (0,6%), was ziemlich exakt der eigenen Inzidenz (0,7%) entspricht.

Die Darmperforation ist eine gefürchtete Komplikation bei der Behandlung der Darminvagination, da sie nach Bramson und Blickman (1992) besonders dann zu befürchten ist, wenn sich im Invaginationsbereich eine Nekrose und in deren Folge eine Schwächung der Darmwand eingestellt hat. Um gerade diese Schwächung der Darmwand zu vermeiden, ist eine zügige Behandlung des Patienten erforderlich. Dies wird auch durch die bereits diskutierte Zeitspanne von nur wenigen Stunden zwischen Beginn der akuten klinischen Symptomatik und der Einleitung der Therapie illustriert. Die schnelle Behandlung der pädiatrischen Patienten dürfte erklären, warum in der eigenen Arbeit bei keinem Patienten eine Darmperforation auftrat und dass selbst bei dem oben genannten Fall mit Sigmavolvulus eine Perforation ausgeschlossen werden konnte. Die niedrige Rate von Darmperforationen entspricht der Literatur. In einer Übersichtsstudie (Danemann und Navarro 2004) berichteten die Autoren bei hydrosta-

tischer Desinvagination unter Ultraschallkontrolle lediglich bei zwei von 10 überprüften Studien von einer Perforationsrate über 0% (0,27% bzw. 4,26%).

Obwohl das Krankheitsbild der Darminvagination klinisch dramatisch erscheint, ist bei zügiger Therapie die Mortalität verschwindend gering. Sowohl in der eigenen Studie verstarb kein einziges Kind als auch ist es aus Untersuchungen anderer Autoren bekannt, dass kein Kind aufgrund der Behandlung verstarb. Dies gilt sowohl für die radiologisch (Justice et al. 2006) als auch sonographisch (Bai et al. 2006) kontrollierte Desinvagination. Außerhalb von Europa bzw. den westlichen Industrienationen ist jedoch weiterhin ein nicht unerhebliches Mortalitätsrisiko für Kinder mit Darminvagination vorhanden, welches beispielsweise in Afrika bis zu 50% betragen kann (Bines und Ivanoff 2002). Vor diesem Hintergrund sollten Eltern von Kindern, die ein- oder mehrfach bereits Darminvaginationen erlitten haben, vor einer Reise in entsprechende Gebiete auf dieses Problem hingewiesen werden. Eine Therapie kann nur dann erfolgreich sein, wenn die Behandlung binnen möglichst kurzer Zeit von einer erfahrenen Einrichtung durchgeführt wird. Die dafür notwendige Infrastruktur ist in Entwicklungsländern nicht unbedingt gewährleistet.

Die Mortalität bei Darminvagination ist jedoch dann deutlich erhöht, wenn es sich um Frühgeborene handelt, bei denen die Invagination innerhalb der ersten acht Tage post partum auftritt. Hier kann die Mortalitätsrate bis zu 20% betragen, wobei jene primär durch Sepsis verursacht wird (Avansino et al. 2003).

Spät-Rezidive waren in der eigenen Patientengruppe nach Behandlung unter sonographischer Kontrolle deutlich häufiger als unter röntgenologischer Kontrolle (18,2% vs. 12,3%). Allerdings wird in der vorliegenden Arbeit unter einem Spät-Rezidiv bereits ein Rezidiv verstanden, das mehr als einen Tag nach Behandlung der Erst-Invagination auftritt. Insofern handelt es sich bei den eigenen Spät-Rezidiven sowohl um Fälle, die während des ersten Klinikaufenthalts aufgetreten sind, als auch um Fälle, die sich Tage bis Monate nach der Erstinvasion entwickelten. Dass das Auftreten von Rezidiven unterschiedlich schnell und uneinheitlich häufig nach der Primärvagination eintritt, ist bekannt und macht ihre Einordnung schwierig. Al Jazaeri et al. (2006) untersuchten beispielsweise 80 Kinder im Alter von 30 Monaten und stellten bei 7,5% bereits innerhalb der Klinik ein Rezidiv fest. Weitere 6,3% der Kinder entwickelten das Rezidiv aber erst nach Klinikentlassung und dies im Mittel

nach 14,5 Monaten, wobei alle diese Fälle erneut erfolgreich behandelt werden konnten.

Eine erfolgreiche Behandlung der Darminvagination vermeidet gesundheitliche Risiken, Morbidität und damit Behandlungskosten (Bines et al. 2004). Welche Art der Therapie hierbei eingesetzt wird, hängt offenbar in erheblichem Umfang von der Anzahl in der jeweiligen Klinik behandelte Kinder ab. Bratton et al. (2001) konnten auf der Basis einer 570 Kinder umfassenden Kohorte, die in Kliniken des US-Bundesstaates Washington wegen Darminvagination behandelt wurden, herausarbeiten, dass die Anwendungshäufigkeit nicht-operativer Behandlungsmethoden in großen Kinderkliniken erheblich höher war (64%) als in Kliniken, bei denen jährlich weniger als 10.000 pädiatrische Patientenkontakte vorlagen (24-37%). Zusätzlich war die mediane Aufenthaltsdauer in den großen Kinderkliniken signifikant kürzer als in den anderen Behandlungszentren (Median: 1 Tag vs. 3 Tage). In der Folge waren auch die Behandlungskosten signifikant geringer (1875 US-\$ vs. 3718-4532 US-\$). Ebenso konnten die Autoren demonstrieren, dass die operative Versorgung der Patienten erheblich teurer war als die nicht-operative Versorgung (5724 US-\$ vs. 1184 US-\$). Die absolute Höhe der Behandlungsrechnungen können zwischen diesen Daten aus den USA und der eigenen Untersuchung aufgrund zu großer Unterschiede der Berechnungsgrundlage nicht wirklich verglichen werden. Es zeigt sich jedoch allein auf der Basis der DRG-Berechnungen, dass die Gesundheitskosten bei Durchführung einer operativen Versorgung in Abhängigkeit vom Alter des zu versorgenden Kindes etwa sechs- bis siebenmal höher sind im Vergleich zur nicht-operativen Versorgung. Betrachtet man die Gesamtzahl aller notwendigen operativen Versorgungen (11,5% in der sonographisch kontrollierten Gruppe versus 49,1% in der röntgenologisch kontrollierten Gruppe) und betrachtet man ebenso die Operationsfrequenz nach primärem Versagen der nicht-operativen Desinvagination (29,8% unter Röntgenkontrolle vs. 10,5% unter sonographischer Kontrolle), so ist trotz der höheren Rezidivrate in der sonographisch kontrollierten Gruppe ein klarer Kostenvorteil für die nicht-operative Behandlung der Darminvagination unter sonographischer Kontrolle erkennbar. Dies gilt jedoch nur, wenn die Kostenperspektive des Kostenträgers eingenommen wird.

Aus der Perspektive des Leistungserbringers ergibt sich das ernüchternde Resultat, dass der Reingewinn des Krankenhauses bei nicht-operativer Versorgung unabhängig vom angewendeten Verfahren jeweils nur 36 Euro beträgt. Der Reingewinn des Krankenhauses steigt deutlich (173 Euro), wenn die primäre Therapie erfolglos ist und eine Operation bei über zweijährigen Kindern notwendig wird. Der Gewinn steigt sogar noch weiter auf 237 Euro, wenn das Kind jünger als zwei Jahre ist. Legt man die aktuelle DRG-Gewinnmarge für den retrospektiv betrachteten Behandlungszeitraum zugrunde, so fielen in der Patientengruppe mit Desinvagination unter röntgenologischer Kontrolle bei den 57 behandelten Fällen Gesamtkosten von 273.532 Euro für den Kostenträger an, während der Leistungserbringer davon 6080 Euro als Gewinn verbuchen konnte. Die entsprechenden Zahlen in der 104 Patienten umfassenden Gruppe mit sonographisch kontrollierter Desinvagination beliefen sich auf 258.636 Euro Gesamtkosten bei 5723 Euro Gewinn. Unter diesem Blickwinkel betrachtet können mit der sonographisch kontrollierten Desinvagination mit 2486 Euro/Fall die Patienten erheblich günstiger therapiert werden als mit dem röntgenologisch kontrollierten Verfahren (4798 Euro/Fall). Die Behandlungskosten sinken damit auf fast die Hälfte (51%). Der Anteil des Krankenhausgewinns an den Gesamtkosten hingegen, der beim röntgenologischen Verfahren 2,2% des Umsatzes beträgt, bleibt beim sonographisch kontrollierten Verfahren mit ebenfalls 2,2% konstant. Der finanzielle Vorteil, den das sonographisch kontrollierte Desinvaginationsverfahren bietet, wirkt sich demnach primär kostensenkend für den Kostenträger aus, während der Leistungserbringer davon nicht profitiert. Er hat lediglich den Vorteil mehr Patienten für die gleiche Summe behandeln zu können. Inwieweit die Gewinnsituation des Leistungserbringers durch weitere Optimierung des Behandlungsregimes überhaupt verbessert werden kann, bleibt künftigen Studien überlassen.

Insgesamt kann aus den Daten der vorliegenden Arbeit folgendes Fazit geschlossen werden. Die sonographisch kontrollierte Desinvagination ist ein erheblich kostengünstigeres und erheblich weniger operative Interventionen verursachendes Behandlungsverfahren bei Kindern mit Darminvagination. Die in der vorliegenden Arbeit gefundene höhere Rezidivrate der Kinder mit Desinvagination unter sonographischer Kontrolle dürfte nicht auf die Methode selbst zurückzuführen sein, sondern eher auf das häufigere

Vorbestehen von unspezifischen und spezifischen Darmentzündungen in dieser Gruppe. Zu betonen ist, dass aber selbst in solchen Fällen ein Rezidiv wiederum erfolgreich unter sonographischer Kontrolle behandelt werden kann. Ein Mortalitätsrisiko der behandelten Kinder besteht bei zügiger Vorstellung im Krankenhaus und umgehender Behandlung nicht, obwohl es sich bei der Erkrankung um eine klinisch dramatische Situation handeln kann. Aus den eigenen Daten kann geschlossen werden, dass vor allem für Kinder mit einer Invagination im Bereich des Caecum, des Colon ascendens und des Dünndarms ein besonders hohes Rezidivrisiko besteht. Rezidive treten jedoch selten in der Frühphase nach Primärbehandlung auf, sondern verstärkt innerhalb der ersten vier Wochen. Kinder mit ein- oder mehrfachen Rezidiven in der Anamnese sind einer besonders intensiven Nachbeobachtung zu unterziehen, da bei ihnen eine erhöhte Notwendigkeit für eine operative Versorgung besteht.

6. Literatur

1. Al-Jazaeri A, Yazbeck S, Filatrault D, Beaudin M, Emran M, Bütter A (2006) Utility of hospital admission after successful enema reduction of ileocolic intussusception. *J Pediatr Surg* 41: 1010-1013
2. Avansino JR, Bjerke S, Hendrickson M, Stelzner M, Sawin R (2003) Clinical features and treatment outcome of intussusception in premature neonates. *J Pediatr Surg* 38: 1818-1821
3. Bai YZ, Qu RB, Wang GD, Zhang KR, Li Y, Huang Y, Zhang ZB, Zhang SC, Zhang HL, Zhou X, Wang WL (2006) Ultrasound-guided hydrostatic reduction of intussusceptions by saline enema: a review of 5218 cases in 17 years. *Am J Surg* 192: 273-275
4. Bramson RT, Blickman JG (1992) Perforation during hydrostatic reduction of intussusception: proposed mechanism and review of the literature. *J Pediatr Surg* 27: 589-591
5. Campbell JB (1989) Contrast media in intussusception. *Pediatr Radiol* 19: 293–296
6. Bajaj L, Roback MG (2003) Postreduction management of intussusception in a children's hospital emergency department. *Pediatrics* 112: 1302-1307
7. Barbette P (1674) *Oeuvres Chirurgiques et Anatomiques*. Françoise Miegé, Geneva, 522
8. Beasley SW, Auldist AW, Stokes KB (1988) The diagnostically difficult intussusception: its characteristics and consequences. *Pediatr Surg Int* 3: 135-138
9. Bines JE, Ivanoff B (2002) Acute intussusception in infants and children: a global perspective. *Vaccines and Biologicals*. WHO/V&B/02.19. Geneva: World Health Organization.
10. Bines JE, Ivanoff B, Justice F, Mulholland K (2004) Clinical case definition for the diagnosis of acute intussusception. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 39: 511-518
11. Bratton SL, Haberkern CM, Waldhausen JHT, Sawin RS, Allison JW (2001) Intussusception: hospital size and risk of surgery. *Pediatrics* 107: 299-303
12. Buettcher M, Baer G, Bonhoeffer J, Schaad UB, Heininger U (2007) Three-years surveillance of intussusception in children in Switzerland. *Pediatrics* 120: 473-480
13. Cankorkmaz L, Köylüoğlu C, Arslan MS, Güney C (2010) Our childhood cases with intussusception and pneumatic reduction. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 16: 363-366

14. Cosper GH, Hamann MS, Stiles A, Nakayama DK (2006) Hospital characteristics affect outcomes for common pediatric surgical condition. *Am Surg* 72: 739-745
15. Daneman A, Navarro O (2003a) Intussusception, Part 1: A review of diagnostic approaches. *Pediatr Radiol* 33: 79-85
16. Daneman A, Navarro O (2004) Intussusception, Part 2: An update on the evolution of management. *Pediatr Radiol* 34: 97-108
17. Del-Pozo G, Albillos J C, Tejedor D, Calero R, Rasero M, de-la-Calle U, López-Pacheco U (1999) Intussusception of children: Current concepts in diagnosis and enema reduction. *Radiographics* 19: 299-319
18. Eklöf OA, Johanson L, Löhr G (1980) Childhood intussusception: Hydrostatic reducibility and incidence of leading points in different age groups. *Pediatr Radiol* 10: 83-86
19. Ellerkamp V, Schellinger K (2008) Invagination. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie. <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/006-027.htm>
Letzte Überarbeitung: Januar 2008
20. Feuerbach S (Hrsg.) Handbuch diagnostische Radiologie. Gastrointestinales System. Springer Verlag, Heidelberg, 2007
21. Fiorito ES, Cuestas LAR (1959) Diagnosis and treatment of acute intestinal intussusception with controlled insufflation of air. *Pediatr* 24: 241-244
22. Fischer TK, Bihrmann K, Perch M, Koch A, Wohlfahrt J, Kare M, Melbye M (2004) Intussusception in early childhood: a cohort study of 1.7 million children. *Pediatrics* 114: 782-785
23. Gilmore AW, Reed M, Tenenbein M (2010) Management of childhood intussusception after reduction by enema. *Am J Emerg Med* (Epub ahead of print)
24. González-Spínola J, Del Pozo G, Tejedor D, Blanco A (1999) Intussusception: the accuracy of ultrasound-guided saline enema and the usefulness of a delayed attempt at reduction. *J Pediatr Surg* 34: 1016-1020
25. Gu L, Alton DJ, Daneman A, Stringer DA, Liu P, Wilmot DM, Reilly BJ (1988) Intussusception reduction in children by rectal insufflation of air. *Am J Roentgenol* 150: 1345-1348
26. Gu LL, Zhu HY, Wang S, Han YG, Wu XF, Miao H (2000) Sonographic guidance of air enema for intussusception reduction in children. *Pediatr Radiol* 30: 339-342

27. Guo JZ, Ma XY, Zhou QH (1986) Results of air pressure enema reduction of intussusception: 6,396 cases in 13 years. *J Pediatr Surgery* 21: 1201–1203
28. Hadidi AT, El Shal N (1999) Childhood intussusception: a comparative study of nonsurgical management. *J Pediatr Surg* 34: 304-307
- 29 Hedlund GL, Johnson JF (1990) Ileocolic intussusception: extensive reflux of air preceding pneumatic reduction. *Radiology* 174: 187–189
30. Huppertz HI, Soriano-Gabarro M, Grimpel E, Franco E, Mezner Z, Desselberger U, Smit Y, Wolleswinkel - van den Bosch J, de Vos B, Giaquinto C (2006) Intussusception among young children in Europe. *Pediatr Infect Dis J* 25 (Suppl.): 22-29
31. Jen HC, Shew SB (2009) The impact of hospital type and experience on the operative utilization in pediatric intussusception: a nationwide study. *J Pediatr Surg* 44: 241-246
32. Jinzhe Z, Yenxia W, Linchi W (1986) Rectal inflation reduction of intussusception in infants. *J Pediatr Surg* 21: 30-32
33. Justice F, Auldist AW, Bines JE (2006) Intussusception: trends in clinical presentation and management. *J Gastroenterol Hepatol* 21: 842-846
34. Katz M, Phelan E, Carlin JB, Beasley SW (1993) Gas enema for the reduction of intussusception: relationship between clinical signs and symptoms and outcome. *Am J Roentgenol* 160: 363–366
35. Kim YG, Choi BI, Yeon KM, Kim CW (1982) Diagnosis and treatment of childhood intussusception using real-time ultrasonography and saline enema: preliminary report. *J Korean Soc Med Ultrasound* 1: 66–70
36. Kohl LJ, Streng A, Grote V, Koletzko S, Liese JG (2010) Intussusception-associated hospitalisations in southern Germany. *Eur J Pediatr* 169: 1487-1493
37. Kong FT, Lui WY, Tang YM, Zhong L, Wang XJ, Yang G, Chen HP (2010) Intussusception in infants younger than 3 months: a single center's experience. *World J Pediatr* 6: 55-59
38. Langen HJ, Staatz G (2005) Diagnostik und Therapie von Invaginationen bei Kindern. *Radiologie up2date* 5: 245-256
39. Lim HK, Bae SH, Lee KH, Seo GS, Yoon GS (1994) Assessment of reducibility of ileocolic intussusception in children: usefulness of color Doppler sonography. *Radiology* 191: 781-785
40. Littlewood Teele R, Vogel SA (1998) Intussusception: The paediatric radiologist's perspective. *Pediatr Surg Int* 14: 158-162

41. Lloyd G (Ed.) (1983) Hippocratic writings. Penguin Ltd., London, 4th Edition, 218-219; zitiert nach: Stringer DA, Ein SH (1990) Pneumatic reduction: advantages, risks and indications. *Pediatr Radiol* 20: 475
42. Müller-Leisse C, Tröger J (1988) Invagination. Derzeitiger Stand der bildgebenden Diagnostik und Therapie. *Radiologe* 28: 466–472
43. Niramis R, Watanatittan S, Kruatrachue A, Anutkosol M, Buranakitjaroen V, Rattanasuwan T, Wongtapradit L, Tongsin A (2010) Management of recurrent intussusception: nonoperative or operative reduction? *J Pediatr Surg* 45: 2175-2180
44. Ong NT, Beasley SW (1990) The leadpoint in intussusception. *J Pediatr Surg* 25: 640-643
45. Pabst R (2007) Diagnostik und Therapie der ileocolischen Invagination des Kindesalters in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Allgemeinen Krankenhauses Celle in den Jahren 1993 bis 2006. Med. Diss. Lübeck
46. Palmer JF (1837) The works of John Hunter FRS. Longman, Rees, Orme, Brown, Green and Longman, 3: 587-593; zitiert nach: Stringer DA, Ein SH (1990) Pneumatic reduction: advantages, risks and indications. *Pediatr Radiol* 20: 475
47. Parker BR (2004) Small Intestine: Intussusception. In: Kuhn JP, Slovis TL, Haller JO, Faerber EN, Fitz CR, Effmann EL, Condon VR, Jaffe RB, Schlesinger AE, Parker BR, Fletcher BD (Eds.) *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging, Volume 2*, 10th Edition, Mosby, Philadelphia/USA, 1638-1648, zitiert nach Pabst R (2007) Diagnostik und Therapie der ileocolischen Invagination des Kindesalters in der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Allgemeinen Krankenhauses Celle in den Jahren 1993 bis 2006. Med. Diss. Lübeck
48. Peh WCG, Khong PL, Chan KL, Lam C, Cheng W, Lam WWM, Mya GH, Saing H, Leong LLY, Low LCK (1996) Sonographically guided hydrostatic reduction of childhood intussusception using Hartmann's solution. *Am J Roentgenol* 167: 1237-1241
49. Peyer J (1677) *Exercitatio anatomico-medica de glandulis instetinarum, earumque usu et affectionibus*. Onoprhius et Waldkirsch, Scafhusae
50. Rohrschneider W (1997) Invagination. *Radiologe* 37: 446-453
51. Saleem MM, Al Momani H, Abu Khalaf M (2008) Intussesception: Jordan University Hospital experience. *Hepatogastroenterology* 55: 1356-1359
52. Saverino PB, Lava C, Lowe LH, Rivard DC (2010) Radiographic findings in the diagnosis of pediatric ileocolic intussusception: comparison to a control population. *Pediatr Emerg Care* 26: 281-284

53. Schmitz-Rode T, Müller-Leisse C, Alzen G (1991) Comparative examination of various rectal tubes and contrast media for the reduction of intussusceptions. *Pediatr Radiol* 21: 341-345
54. Shehata S, El Kohli N, Sultan A, El Sahwi E (2000) Hydrostatic reduction of intussusception: barium, air or saline? *Pediatr Surg* 16: 380-382
55. Shiels WE, Maves CK, Hedlund GL, Kirks DR (1991) Air enema for diagnosis and reduction of intussusception: clinical experience and pressure correlates. *Radiology* 181: 169-172
56. Shiels WE, Kirks DR, Keller GL, Ryckman FR, Daugherty CC, Specker BL, Summa DW (1993): Colonic perforation by air and liquid enemas: Comparison study in young pigs. *Am J Roentgenol* 160: 931-935
57. Simon A, Huhg TJ, Curtin AM (1994) Childhood intussusception in a regional hospital. *Aust N Z J Surg* 64: 699-702
58. Staatz G, Atzen G, Heimann G (1998) Intestinal infection, the most frequent cause of invagination in childhood: results of a 10-year clinical study. *Klin Padiatr* 210: 61-64
59. Stringer DA, Ein SH (1990) Pneumatic reduction: advantages, risks and indications. *Pediatr Radiol* 20: 475-477
60. Stringer MD, Willetts IE (2000) John Hunter, Frederick Treves and intussusception. *An R Coll Surg Engl* 82: 18-23
61. Swischuk LE, Standburry SD (1991) Ultrasonographic detection of free peritoneal fluid in uncomplicated intussusception. *Pediatr Radiol* 21: 350-351
62. Swischuk LE, John SD, Swischuk PN (1994) Spontaneous reduction of intussusception: verification with US. *Radiology* 192: 269-271
63. Todani T, Sato Y, Watanabe Y, Toki A, Uemura S, Urushihara N (1990) Air reduction for intussusception in infancy and childhood: Ultrasonographic diagnosis and management without x-ray exposure. *Z Kinderchir* 45: 222-226
64. Ugwu BT, Legbo JN, Dakum NK, Yiltok SJ, Mbah N, Uba FA (2000) Childhood intussusception: a 9-year review. *Ann Trop Paediatr* 20: 131-135
65. Wang GD, Liu SJ (1988) Enema reduction of intussusception by hydrostatic pressure under ultrasound guidance: a report of 377 cases. *J Pediatr Surg* 23: 814-818

65. Wood SK, Kim JS, Suh SJ, Paik TW, Choi SO (1992) Childhood intussusception: US-guided hydrostatic reduction. *Radiology* 182: 77-80
66. Yoon CH, Kim HJ, Goo HW (2001) Intussusception in children: US-guided pneumatic reduction – initial experience. *Radiology* 218: 85-88

7. Publikation

Es ist folgende Publikation von der Autorin der vorliegenden Arbeit vorgenommen worden:

Jung M, Mischo B, Jung E, Bergheim C, Schofer O (2006) Retrospektiver Vergleich von Diagnostik und Therapie kindlicher Invaginationen vor und nach Einführung sonographisch kontrollierter Desinvaginationen. Vortrag anlässlich der 102. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin, gemeinsam mit der 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin, der 44. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie und der 28. Tagung der Gesundheits- und Kinderkrankenpflegerinnen, Campus der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 14.-17.09.2006

8. Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Dr. med. Otto Schofer für die Überlassung des Themas und die stets hilfsbereite und konstruktive Betreuung meiner Arbeit.

Desweiteren danke ich den Mitarbeiter der Marienhausklinik St. Josef Kohlhof insbesondere Herrn Bayer und Frau Räder für die Unterstützung bei der Beschaffung der Krankenakten.

Zudem danke ich Herrn Schmitt und Frau Ong vom Institut für medizinische Statistik der Universität Homburg für die Einführung in statistische Methoden und den Umgang mit dem Statistikprogramm SPSS.