

Ultrasound-guided Hartmann's solution enema: first-choice procedure for reducing idiopathic intussusception

Clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann: procedura di prima scelta nella riduzione dell'invaginazione idiopatica

D. Di Renzo · M. Colangelo · G. Lauriti · F. De Girolamo · A. Persico · P. Lelli Chiesa

Unità Operativa di Chirurgia Pediatrica "G. d'Annunzio", University of Chieti, "Spirito Santo" Hospital of Pescara, Via Fonte Romana 8, 65124 Pescara, Italy
Correspondence to: D. Di Renzo, Tel.: +39-085-4252820, Fax: +39-085-4252615, e-mail: dacia.direnzo@poste.it

Received: 2 March 2011 / Accepted: 3 July 2011 / Published online: 9 January 2012
© Springer-Verlag 2012

Abstract

Purpose. This study was undertaken to compare the effectiveness of ultrasound-guided Hartmann's solution enema (US-E) and radiological liquid enema (RX-E) in reducing idiopathic ileocecolic intussusceptions in relation to patient age and symptom duration.

Materials and methods. The study group consisted of 42 patients with idiopathic ileocecolic intussusception treated with US-E (20 patients) or RX-E (23 patients), with one patient undergoing both procedures owing to recurrence. Patients were divided into subgroups according to age (<6 months, 6–12 months, >12 months) and symptom duration (<12 h, 12–24 h, >24 h).

Results. Complete reduction was achieved in 15/20 patients treated with US-E (75%) and in 10/23 treated with RX-E (43.5%) ($p=ns$). Recurrence was observed in 1/20 US-E and 0/23 RX-E ($p=ns$) patients. No complications were encountered. US-E had a significantly higher success rate than RX-E in patients >12 months ($p=0.0063$) and with symptom duration >24 h ($p=0.0361$). No differences were found in the other subgroups ($p=ns$).

Conclusions. US-E and RX-E are procedures of comparable value and safety in reducing idiopathic intussusception. US-E seems to be more effective in patients >12 months or with symptom duration >24 h. As US-E avoids radiation exposure, it should be considered the first-choice procedure for reducing idiopathic ileocecolic intussusception, particularly in these two subgroups of patients.

Keywords Intussusception · Ultrasonography · Hydrostatic reduction · Hartmann's solution enema · Gastrografin enema · Paediatric

Riassunto

Obiettivo. Scopo del presente lavoro è stato confrontare l'efficacia del clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann (US-E) e del clisma radiologico liquido (RX-E) nella riduzione dell'invaginazione idiopatica ileo-cecocolica, in rapporto all'età e al tempo d'insorgenza della sintomatologia.

Materiali e metodi. Sono stati inclusi nello studio 42 pazienti ricoverati consecutivamente per invaginazione idiopatica ileo-ceco-colica e sottoposti a US-E (20 casi) o a RX-E (23 casi), con 1 paziente trattato con entrambe le procedure per recidiva dell'invaginazione. La popolazione è stata divisa in sottogruppi per età (<6 mesi, 6–12 mesi, >12 mesi) e per durata della sintomatologia (<12 ore, 12–24 ore, >24 ore).

Risultati. La riduzione completa dell'invaginazione è stata ottenuta in 15/20 US-E (75%) e in 10/23 RX-E (43,5%) ($p=ns$). L'invaginazione è recidivata in 1/20 US-E e 0/23 RX-E ($p=ns$). Non sono state osservate complicanze. Il US-E è risultato più efficace del RX-E nei pazienti di età maggiore di 12 mesi ($p=0,0063$) e nei casi in cui c'è stato esordio della sintomatologia da meno di 24 ore ($p=0,0361$).

Conclusioni. Il US-E e il RX-E sono procedure di efficacia e sicurezza sovrapponibili nella riduzione dell'invaginazione intestinale idiopatica. Il US-E risulta più efficace nei pazienti di età superiore ai 12 mesi e nei casi in cui c'è stato esordio della sintomatologia da più di 24 ore. Poiché il US-E non comporta esposizione radiologica, è da considerarsi metodica di prima scelta per la riduzione dell'invaginazione idiopatica ileo-ceco-colica, in particolare in questi due sottogruppi di pazienti.

Parole chiave Invaginazione · Ultrasonografia · Riduzione idrostatica · Soluzione di Hartmann · Gastrografin · Pediatria

Introduction

The most common cause of acute bowel obstruction in infants is intussusception and primarily occurs in the first 3 years of life, with a peak incidence from 5 to 10 months. About 95% of all intussusceptions in the typical age group are idiopathic due to hyperplasia of lymphoid tissue in the distal ileum, acting as a lead point. Unlike adult intussusception, <5% in infants are caused by a pathological lead point (PLP), such as Meckel's diverticulum, intestinal polyps, lymphomas or neoplasms. This rate is reported to increase up to 60% in children >5 years of age [1–3].

In the last 30 years, there has been much debate regarding the diagnostic and therapeutic management of intussusception. As for other diseases, minimally invasive and radiation-free techniques have been pursued and refined. Fluoroscopy-guided liquid enema, performed with barium or water-soluble contrast material, has been the traditional means of intussusception diagnosis and the first nonsurgical procedure for reduction [4]. Then, pneumatic radiological enema gained increasing acceptance owing to higher success rates and a lower degree of radiation exposure compared with liquid radiological enema [5]. However, both fluoroscopy-guided liquid and pneumatic intussusception reduction have the disadvantage of exposing the child to ionising radiation. Ultrasonography (US) is now the first-choice imaging technique in diagnosing intussusception because of its accuracy, simultaneous exclusion of differential diagnoses and safety. US is used not only as the primary diagnostic tool in children suspected to have intussusception but also to guide nonsurgical reduction, performed with either warm saline, Hartmann's solution, or more recently air [1, 6–9]. Reported success rates are comparable and even superior to those achieved with radiological procedures [10].

Consistent with the international trend towards the use of radiation-free procedures, in 1991 we began diagnostic US examinations in our department after training a paediatric surgeon in the use of US. Thus, we firstly employed US as a major diagnostic tool for intussusception, reserving radiological techniques-fluoroscopy-guided Gastrografin enema-for therapeutic purposes. After acquiring skills and experience with US, in 2000, the same paediatric surgeon, with a staff of residents and nurses, began performing US-guided operative procedures, including reducing intussus-

Introduzione

L'invaginazione intestinale è la causa più comune di occlusione intestinale acuta in età infantile, verificandosi per lo più nei primi tre anni di vita e con un picco d'incidenza tra 5 e 10 mesi. Sono idiopatici circa il 95% di tutti i casi d'invaginazione in tale tipica età, legati all'iperplasia del tessuto linfoide nell'ileo distale, che agisce da lead point patologico (LPP). A differenza dell'invaginazione nell'adulto, meno del 5% delle invaginazioni in età infantile è dovuto ad un LPP, come il diverticolo di Meckel, i polipi intestinali, i linfomi o le neoplasie. Tale percentuale aumenta fino al 60% nei bambini di età superiore ai 5 anni [1–3].

Negli ultimi 30 anni si è sviluppato un intenso dibattito circa il management diagnostico-terapeutico nell'invaginazione. Così come in altre patologie, sono state perseguite e rifinite quelle tecniche esenti da radiazioni e poco invasive. Il clisma radiologico liquido, eseguito con il bario o con mezzi di contrasto idrosolubili, è stata la tradizionale tecnica per la diagnosi d'invaginazione e la procedura non chirurgica di scelta per la sua riduzione [4]. In seguito il clisma radiologico pneumatico ha giovato di una crescente approvazione grazie alla maggior percentuale di successo e alla minor radio-esposizione rispetto al clisma radiologico liquido [5]. Comunque, entrambe tali tecniche hanno lo svantaggio di esporre il bambino a radiazioni ionizzanti. Recentemente l'ultrasonografia (US) è diventata la tecnica d'imaging di prima scelta nella diagnosi dell'invaginazione, grazie alla sua accuratezza, alla simultanea possibilità di eseguire diagnosi differenziale e alla sua non invasività. L'US è stata utilizzata non solo come indagine di I livello nei bambini con sospetto d'invaginazione, ma anche per monitorare la sua riduzione non chirurgica, eseguita con soluzione fisiologica, con soluzione di Hartmann e, più di recente, con aria [1, 6–9]. La percentuale di successo riportata in letteratura è comparabile se non superiore a quella ottenuta dalle procedure radiologiche [10].

Coerentemente al trend nella letteratura internazionale circa l'impiego di procedure prive di radiazioni ionizzanti, nel nostro dipartimento abbiamo iniziato a eseguire esami diagnostici US dal 1991, grazie al training di un chirurgo pediatrico nell'esecuzione di US. In principio abbiamo utilizzato l'US solo quale mezzo diagnostico nelle invaginazioni, continuando a eseguire a fini terapeutici le tecniche radiologiche, nello specifico il clisma radiologico con Gastrografin. Dopo aver acquisito competenza ed esperienza nell'US, dal 2000 il medesimo chirurgo pediatrico, supportato da uno staff di specializzandi e infermieri, ha iniziato a eseguire procedure operative eco-guidate, tra cui la riduzione dell'invaginazione attraverso il clisma con soluzione di Hartmann, che è oggi la no-

ception with Hartmann's solution enema, which today is our procedure of choice in managing intussusception.

The aim of our study was to compare outcomes of US-guided Hartmann's solution enema (US-E) and radiological liquid enema (RX-E) in reducing idiopathic ileocecolic intussusception and to evaluate which patients benefit from each procedure in relation to age and symptom duration.

Materials and methods

We retrospectively reviewed clinical records and imaging studies of all consecutive patients admitted to our department with a US diagnosis of intussusception over a 10-year period (2000–2009). Only patients with idiopathic ileocecolic intussusception were analysed. Cases matching exclusion criteria listed in Table 1 were excluded. In each case, intussusception was diagnosed with US performed either by a paediatric surgeon on our sonographic staff or a radiologist. A nonsurgical attempt at reduction was then performed by a radiologist assisted by a paediatric surgeon in the case of RX-E, and by the same paediatric surgeon in the case of US-E. Procedure choice was based on availability of the attendant of our sonographic staff.

RX-E was performed with a Foley catheter of the largest appropriate size (12–24 F) inserted into the rectum, the balloon was inflated with saline solution and the patient was placed in a supine position with thighs pressed together to ensure a tight anal seal. Water-soluble contrast material (Gastrografin) was diluted 1:2 with warm saline solution. A column of contrast was delivered from a reservoir positioned 100–150 cm above table level to ensure a maximum of 120 mmHg pressure. During the procedure, fluoroscopy was used intermittently to observe flow of the contrast column into the colon and retrograde motion of the

stra procedura di scelta nel management dell'invaginazione.

Scopo del nostro lavoro è comparare i risultati del clisma con soluzione di Hartmann US-guidato (US-E) e del clisma radiologico liquido (RX-E) nella riduzione dell'invaginazione ileo-ceco-colica idiopatica e di valutare quali pazienti possano beneficiare dell'una o dell'altra procedura in funzione della loro età e della durata dei sintomi.

Materiali e metodi

Abbiamo esaminato retrospettivamente le cartelle cliniche e gli esami di diagnostica per immagini di tutti i pazienti ricoverati nel nostro dipartimento con una diagnosi ultrasonografica d'invaginazione nel corso di una decade (2000–2009). Sono stati inclusi nel presente studio solo i pazienti con invaginazione ileo-ceco-colica idiopatica. Non sono stati presi in esame quei casi che evidenziavano i criteri di esclusione mostrati nella Tabella 1. In ogni paziente l'invaginazione è stata diagnosticata con l'US, eseguita o da un chirurgo pediatra del nostro staff ultrasonografico o da uno specialista radiologo. Sono stati quindi condotti tentativi di riduzione non chirurgica dell'invaginazione, eseguiti da un radiologo in presenza di un chirurgo pediatra nel caso del RX-E, o dal medesimo chirurgo pediatra nel caso del US-E. La scelta della procedura è stata basata sulla disponibilità del nostro staff ultrasonografico.

Il RX-E è stato eseguito con un catetere Foley del maggior calibro possibile in base al soma del bambino (12–24 F), inserito nel retto, con il palloncino riempito di soluzione fisiologica e con il paziente posto in posizione supina con le gambe ben strette al fine di ottenere una serrata chiusura dell'orifizio anale. È stato utilizzato un mezzo di contrasto idrosolubile (Gastrografin) diluito 1:2 con soluzione fisiologica tiepida. La colonna di contrasto è stata ottenuta collocando la sacca con il contrasto 100–150 cm sopra il livello del tavolo radiologico, al fine di assicurare una pressione massima di 120 mmHg. Durante tale procedura la radioscopia è stata utilizzata in maniera intermittente al fine di osser-

Table 1 Exclusion criteria

Exclusion criteria	Patients, n
Spontaneous resolution of intussusception	7
Patients with gross abdominal distension, signs of peritonitis or shock, treated with primary surgery	5
Intussusception other than ileocecolic	3
Intussusception secondary to pathological lead points (Meckel's diverticulum)	2

Tabella 1 Criteri di esclusione

Criteri di esclusione	Pazienti, n
Risoluzione spontanea dell'invaginazione	7
Pazienti con severa distensione addominale, segni di peritonite o shock, sottoposti d'ambì a trattamento chirurgico	5
Invaginazione non ileo-ceco-colica	3
Invaginazione secondaria a lead points patologici (diverticolo di Meckel)	2

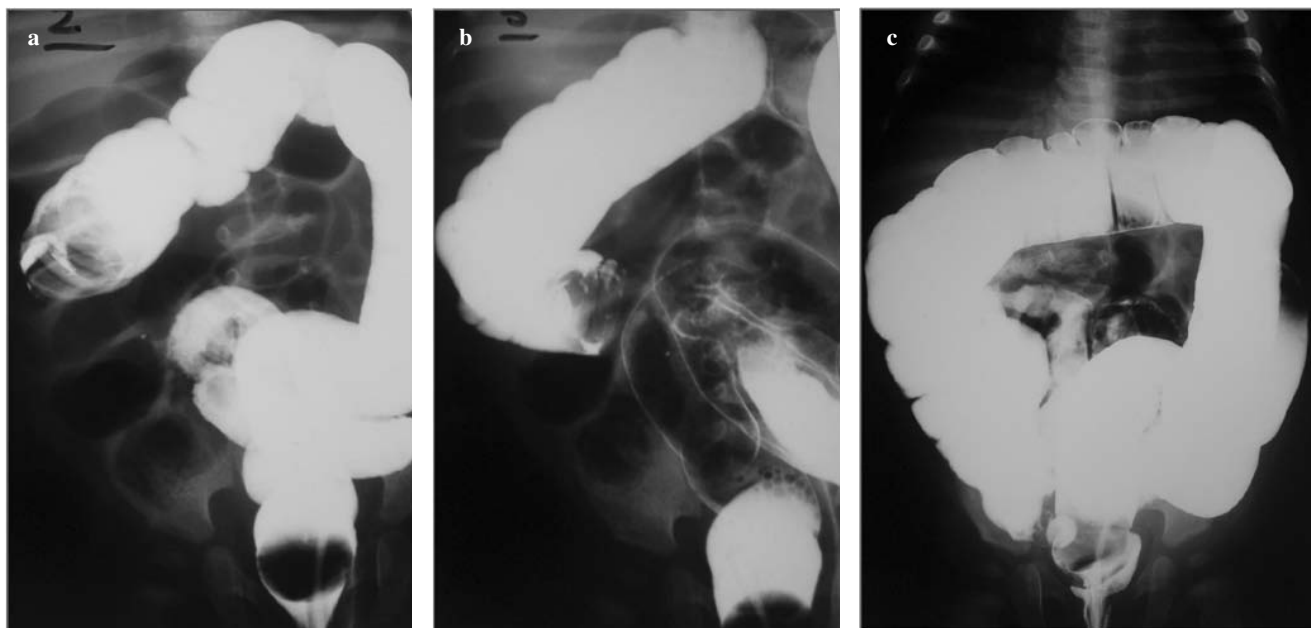


Fig. 1a-c Fluoroscopy-guided Gastrografin enema showing the intussusceptum located at the hepatic flexure (a) and its retrograde motion towards the ileocecal valve (b) until complete intussusception reduction, with passage of contrast material into the distal ileum (c).

Fig. 1a-c Clisma radiologico con Gastrografin che evidenzia la testa dell'invaginato alla flessura epatica (a) ed il suo spostamento retrogrado verso la valvola ileo-cecale (b) fino alla riduzione completa dell'invaginazione (c).

intussusceptum towards the ileocecal valve. After passage of contrast material into the distal ileum, the procedure was stopped and complete reduction of the intussusception was confirmed by subsequent US. Different radiologists and paediatric surgeons, all experienced with this procedure, performed the RX-E in the radiology department (Fig. 1).

To perform US-E the patient was prepared as for RX-E. Under sonographic guidance (Siemens G50 with 3-5 MHz convex and 7–10 MHz linear transducers), a column of Hartmann's solution, a sodium lactate compound, isotonic with blood and extracellular fluid (131 mmol/l sodium, 11 mmol/l chloride, 29 mmol/l lactate, 5 mmol/l potassium and 4 mmol/l calcium), was delivered from a reservoir positioned 100–150 cm above the table level to ensure a maximum of 120 mmHg pressure. Retrograde movement of the intussusceptum and the fluid column were monitored sonographically, as was the peritoneal cavity to exclude perforation. Sonographic criteria for complete reduction intussusception disappearance and Hartmann's solution and air bubble passage into the distal ileum through the ileocecal valve. The same paediatric surgeon performed all procedures in the Paediatric Surgery Department (Fig. 2).

All patients with unsuccessfully reduced intussusception were managed surgically. Those with complete reduction without surgery were monitored up to 36 h, with

vare il fluire del mezzo di contrasto nel colon e il movimento retrogrado dell'intestino invaginato verso la valvola ileo-cecale. La procedura è stata interrotta dopo l'evidenza del passaggio del contrasto nell'ileo distale ed è stata eseguita una successiva US per la conferma della completa riduzione dell'invaginazione. Diversi specialisti radiologi e chirurghi pediatri con provata esperienza hanno eseguito il RX-E nel dipartimento di radiologia (Fig. 1).

Per l'esecuzione del US-E il paziente è stato preparato come per il RX-E. Sotto guida US (Siemens G50 con sonda convex da 3–5 MHz e sonda lineare da 7–10 MHz) una colonna di soluzione di Hartmann, un composto di lattato di sodio, isotonico rispetto al sangue e al liquido extracellulare (131 mmol/l di sodio, 11 mmol/l di cloruro, 29 mmol/l di lattato, 5 mmol/l di potassio e 4 mmol/l di calcio), è stata rilasciata da una sacca posta 100–150 cm sopra il livello del lettino medico, al fine di assicurare una pressione massima di 120 mmHg. Il movimento retrogrado dell'intestino invaginato e il fluire del mezzo di contrasto sono stati monitorati per via ultrasonografica, così come la cavità peritoneale al fine di escludere perforazioni intestinali. I criteri ultrasonografici per la completa riduzione sono stati la scomparsa dell'invaginazione e il passaggio della soluzione di Hartmann e delle bolle di aria nell'ileo distale attraverso la valvola ileo-cecale. Il medesimo chirurgo pediatra del nostro staff di US ha eseguito tutte le procedure nel Dipartimento di Chirurgia Pediatrica (Fig. 2).

Tutti i pazienti in cui è fallito il tentativo di riduzione dell'invaginazione sono stati sottoposti a intervento chirurgico. Quelli con una completa riduzione sono stati invece

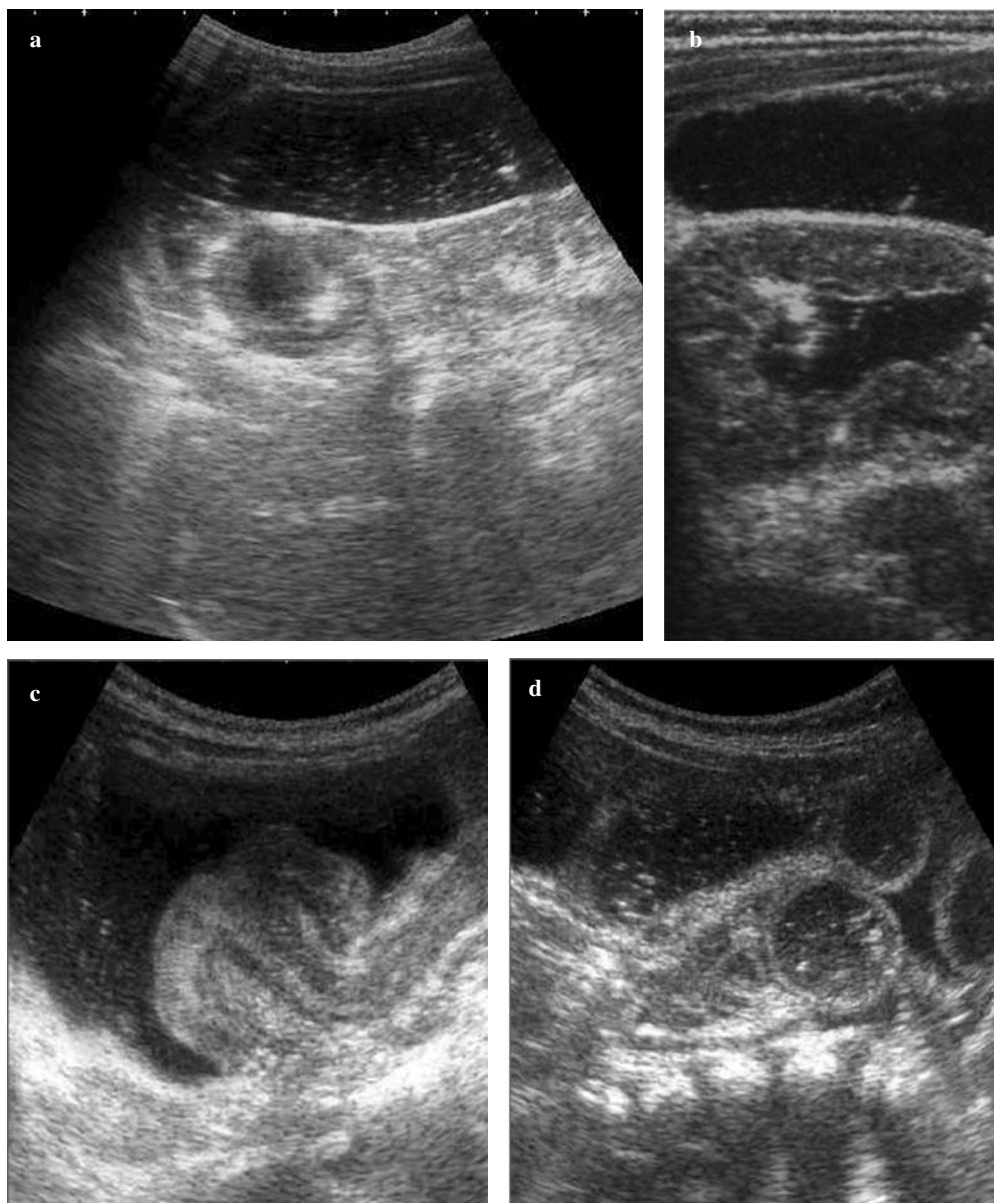


Fig. 2a-d Ultrasound-guided Hartmann's solution enema showing the characteristic doughnut appearance of an intussusception, with Hartmann's solution distending the distal colon (a); the fluid gradually penetrates inside the intussusceptum, causing its retrograde motion towards the ileocecal valve (b); complete reduction of the intussusception with residual ileocecal-valve oedema (c) and passage of Hartmann's solution and air bubbles into the distal ileum (d).

Fig. 2a-d Clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann che evidenzia l'aspetto caratteristico a ciambella dell'invaginazione, mentre la soluzione di Hartmann distende il colon distale (a); il fluido penetra gradualmente all'interno della testa dell'invaginato, causando il suo spostamento retrogrado verso la valvola ileo-cecale (b); riduzione completa dell'invaginazione con edema residuo della valvola ileo-cecale (c) e passaggio di soluzione di Hartmann e bolle d'aria nell'ileo distale (d).

a repeat US in the case of symptoms to exclude recurrence before discharge.

The study population was divided into RX-E and US-E groups according to the reduction procedure used. Each group was divided into subgroups according to age (<6 months, between 6 and 12 months, >12 months) and symptom duration before attempted reduction (<12 h, between 12 and 24 h, >24 h).

Consistency regarding sex, age and symptom duration was tested between the two main groups and between subgroups by independent Student's *t* tests. Success rates for complete reduction were compared between the two main groups and between subgroups with Fisher's exact test. Chi-square test was performed to check trends in differ-

monitorati fino a 36 ore nel nostro dipartimento, ripetendo una US in tutti in prossimità della dimissione e al bisogno in caso di sintomi, al fine di escludere una recidiva.

I pazienti oggetto dello studio sono stati divisi nei gruppi RX-E e US-E in base alla procedura utilizzata per la riduzione dell'invaginazione. Ogni gruppo è stato diviso in sottogruppi, secondo l'età (<6 mesi, tra 6 e 12 mesi, >12 mesi) ed in base alla durata dei sintomi prima del tentativo di riduzione (<12 ore, tra 12 e 24 ore, >24 ore).

L'omogeneità tra i due gruppi principali e tra i corrispettivi sottogruppi circa il sesso, l'età e la durata dei sintomi è stata analizzata attraverso i test *t* di Student indipendenti. Le percentuali di successo nella riduzione completa sono state comparate tra i due gruppi principali e tra i corrispettivi sottogruppi attraverso il test esatto di Fisher. Il test del chi-quadro è stato utilizzato per evidenziare eventuali trends nei

ent subgroups of the same reduction procedure. A p value <0.05 was considered statistically significant.

Results

Fifty-nine patients were admitted to our institution with a US diagnosis of intussusception between 2000 and 2009. Seventeen were excluded (Table 1); thus, our study population consisted of 42 patients (29 males, 13 females) with a mean age of 1.7 years (range 2.3 months to 11.3 years) and a mean symptom duration before attempt at reduction of 23.5 h (range 5–72 h).

Twenty-three children underwent RX-E and 20 US-E, with one patient undergoing both procedures due to intussusception recurrence after complete reduction by US-E. Groups were consistent regarding sex, age and symptom duration ($p=ns$). As shown in Table 2, complete intussusception reduction, avoiding surgical treatment, was achieved in 10/23 RX-E (43.5%) and 15/20 US-E (75%) patients ($p=0.0625$). Recurrence was observed in 0/23 (0%) RX-E and 1/20 (5%) US-E patients ($p=ns$). No perforation or other complication was encountered.

Age subgroups were all consistent regarding symptom duration, except for subgroup >12 months, where a significantly longer symptom duration was found in the US-E subgroup compared with the corresponding RX-E subgroup ($p=0.037$). Success rates of RX-E and US-E in each

diversi sottogruppi della medesima procedura di riduzione. È stato considerato statisticamente significativo un valore di p inferiore a 0,05.

Risultati

Tra il 2000 ed il 2009 sono stati ricoverati presso il nostro dipartimento 59 pazienti con una diagnosi US di invaginazione. Sono stati esclusi 17 casi (Tabella 1), quindi la popolazione oggetto del presente studio consta di 42 pazienti (29 maschi, 13 femmine) con un'età media di 1,7 anni (range 2,3 mesi–11,3 anni) ed una durata media della sintomatologia precedente il tentativo di riduzione di 23,5 ore (range 5–72 ore).

Sono stati sottoposti a RX-E 23 bambini e a US-E 20 pazienti; un solo caso ha eseguito entrambe le procedure a causa della recidiva dell'invaginazione dopo una completa riduzione con US-E. I gruppi erano sovrapponibili riguardo il sesso, l'età e la durata dei sintomi ($p=ns$). Come mostrato in Tabella 2, la riduzione completa dell'invaginazione, con mancata necessità di intervento chirurgico, è stata ottenuta in 10/23 RX-E (43,5%) ed in 15/20 US-E (75%) ($p=0,0625$). La recidiva è stata riscontrata in 0/23 (0%) RX-E e in 1/20 (5%) US-E ($p=ns$). Non sono state rilevate perforazioni né altre complicanze.

Tutti i sottogruppi divisi secondo l'età erano sovrapponibili circa la durata dei sintomi, fuorché il sottogruppo di bambini di età >12 mesi, in cui il sottogruppo sottoposto a US-E mostrava una durata della sintomatologia significativamente maggiore del corrispettivo sottogruppo sottoposto a RX-E ($p=0,037$). Le percentuali di successo di ogni sottogruppo del RX-E e del US-E sono mostrate nella Tabella 3.

Table 2 Analysis of groups treated with radiological liquid enema (RX-E) and ultrasound-guided Hartmann's solution enema (US-E)

	RX-E	US-E	p value
Patients, n	23	20	
Sex	15 M, 8 F	15 M, 5 F	ns
Mean age (range)	1.6 years (3.3 months to 11.3 years)	1.7 years (2.3 months to 7.2 years)	ns
Mean symptom duration (range)	19.8 h (5–48 h)	27.9 h (6–72 h)	ns
Success rate (patients)	43.5% (10/23)	75% (15/20)	0.0625
Recurrence (patients)	0% (0/23)	5% (1/20)	ns

M, male; F, female

Tabella 2 Analisi dei gruppi trattati con clisma radiologico liquido (RX-E) e clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann (US-E)

	RX-E	US-E	p
Pazienti, n	23	20	
Sesso	15 M/8 F	15 M/5 F	ns
Età media (range)	1,6 anni (3,3 mesi–11,3 anni)	1,7 anni (2,3 mesi–7,2 anni)	ns
Durata media dei sintomi (range)	19,8 ore (5–48 ore)	27,9 ore (6–72 ore)	ns
Percentuale di successo (pazienti)	43,5% (10/23)	75% (15/20)	0,0625
Recidiva (pazienti)	0% (0/23)	5% (1/20)	ns

M, maschi; F, femmine

Table 3 Analysis of outcomes between patient subgroups by age

Age subgroups	RX-E success rate	US-E success rate	p value
<6 months	57.1% (4/7)	50% (2/4)	ns
6–12 months	40% (4/10)	40% (2/5)	ns
>12 months	33.3% (2/6)	100% (11/11)	0.0063*

RX-E, radiological liquid enema; US-E, ultrasound-guided Hartmann's solution enema

*Among patients >12 months, symptom duration was significantly longer in the US-E subgroup ($p=0.037$)

Tabella 3 Analisi dell'outcome nei sottogruppi di pazienti divisi per età

Sottogruppi per età	Percentuale successo RX-E	Percentuale successo US-E	p
<6 mesi	57,1% (4/7)	50% (2/4)	ns
6–12 mesi	40% (4/10)	40% (2/5)	ns
>12 mesi	33,3% (2/6)	100% (11/11)	0,0063*

RX-E, clisma radiologico liquido; US-E, clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann

*Tra i pazienti >12 mesi, la durata della sintomatologia era statisticamente maggiore nel sottogruppo sottoposto a US-E ($p=0,037$)

Table 4 Analysis of outcomes between patient subgroups by symptom duration

Duration-of-symptoms subgroups	RX-E success rate	US-E success rate	p value
<12 h	75% (3/4)	100% (3/3)	ns
12–24 h	42.8% (3/7)	40% (2/5)	ns
>24 h	33.3% (4/12)	83.3% (10/12)	0.0361

RX-E, radiological liquid enema; US-E, ultrasound-guided Hartmann's solution enema

Tabella 4 Analisi statistica dell'outcome nei sottogruppi di pazienti divisi per tempo di insorgenza della sintomatologia

Sottogruppi per tempo di insorgenza della sintomatologia	Percentuale di successo con RX-E	Percentuale di successo con US-E	p
<12 ore	75% (3/4)	100% (3/3)	ns
12–24 ore	42,8% (3/7)	40% (2/5)	ns
>24 ore	33,3% (4/12)	83,3% (10/12)	0,0361

RX-E, clisma radiologico liquido; US-E, clisma eco-guidato con soluzione di Hartmann

subgroup are shown in Table 3. Comparing outcomes of RX-E and US-E in subgroups, a statistically significant difference was found only in patients >12 months ($p=0.0063$) (Table 3). Comparing outcomes between subgroups of the same procedure (RX-E or US-E), no statistically significant trends were found ($p=ns$).

Duration-of-symptoms subgroups were all consistent regarding age. Success rates of RX-E and US-E in each subgroup are shown in Table 4. Comparing outcomes of RX-E and US-E in subgroups, a statistically significant difference was found only in patients with a symptom duration >24 h ($p=0.0361$) (Table 4). Comparing outcomes between subgroups of the same procedure (RX-E or US-E), no statistically significant trends were found ($p=ns$).

Confrontando i risultati del RX-E e del US-E nei diversi sottogruppi, è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa solo nei pazienti con età >12 mesi ($p=0,0063$) (Tabella 3). Confrontando i risultati tra i diversi sottogruppi sottoposti alla medesima procedura (RX-E o US-E), non è stato notato alcun trend statisticamente significativo ($p=ns$).

I sottogruppi divisi per durata dei sintomi erano sovrapponibili riguardo all'età. Le percentuali di successo del RX-E e del US-E per ciascun sottogruppo sono mostrate in Tabella 4. Confrontando i risultati del RX-E e del US-E in tali sottogruppi, è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa solo nei pazienti con una durata della sintomatologia >24 ore ($p=0,0361$) (Tabella 4). Esaminando i risultati tra i diversi sottogruppi sottoposti alla medesima procedura (RX-E o US-E), non è stato notato alcun trend statisticamente significativo ($p=ns$).

Discussion

Whereas there is agreement that surgery can be avoided in a significant number of children affected by intussusception, some controversial issues still exist about the best nonsurgical reduction technique. A variety of nonsurgical procedures for intussusception reduction have been applied and validated. However, a large, prospective, comparative study is lacking, and an objective comparison between previous reports is difficult due to a lack of standardisation [10]. To our knowledge, only Chan et al. compared outcomes of fluoroscopy-guided versus US-guided liquid enema in reducing intussusception. They found a statistically significant difference between successful US-E (91%) and barium enema (55%) reductions, both in the overall population and considering idiopathic ileocolic intussusceptions only [11]. Our results are highly consistent with theirs. Even if we did not reach a statistically significant difference between RX-E and US-E success rates, the trend is evident.

Age has been considered an important factor in predicting whether a patient has an intussusception due or not due to PLP and thus the chances of reduction without surgery [3]. Even if intussusception in older children is more often caused by PLP, older age should not be a contraindication for nonoperative reduction attempts. On the one hand, nonsurgical reduction rates have been reported to be >50%, even in the presence of a PLP [2, 12]. In addition, the patient may benefit even from a partial reduction, because this minimises bowel ischaemia and the extent of intestinal resection, if needed [12]. On the other hand, a considerable portion of intussusceptions in children >1 year of age is idiopathic, and it is thus worthwhile to try a nonsurgical reduction, especially when US is negative for PLP. In support of this, age in our series did not influence the reduction rate in either the US-E or RX-E study groups. Furthermore, in all patients >1 year treated with US-E, complete reduction was achieved, even though this subgroup also had a significantly longer symptom duration compared with the corresponding RX-E subgroup. This is why US-E should be considered the first-choice procedure for these potentially more difficult cases.

It seems to be well established that lengthy symptom duration could be deemed a negative prognostic factor for nonsurgical intussusception reduction. It is clear that, in the majority of cases, lengthy symptom duration implies extensive impairment of vascularisation, with widespread oedema of the intussuscepted bowel segments, which is more difficult to reduce. Several authors stated that mor-

Discussione

Mentre esiste consenso riguardo la mancata necessità di intervento chirurgico in un rilevante numero di bambini affetti da invaginazione, c'è ancora controversia circa la miglior tecnica non chirurgica da utilizzare. Sono state applicate e validate diverse procedure non chirurgiche per la riduzione dell'invaginazione. Tuttavia in letteratura non abbiamo studi comparativi prospettici e consistenti, ed è difficile un obiettivo confronto tra gli studi già pubblicati, data la mancanza di standardizzazione [10]. Secondo le nostre conoscenze, solo Chan et al. [11] hanno confrontato i risultati del clisma radiologico contro quello US-guidato al fine della riduzione dell'invaginazione. Esaminando il successo della riduzione, questi autori hanno riscontrato una differenza statisticamente significativa tra il US-E (91%) ed il clisma radiologico con bario (55%), sia nella popolazione totale che considerando le sole invaginazioni idiopatiche ileo-coliche. I nostri risultati sono in estremo accordo con i loro. Nonostante non ci sia una differenza statisticamente significativa tra la percentuale di successo del RX-E e del US-E, il trend è evidente.

L'età è stata considerata un fattore importante nel predire se un paziente abbia una invaginazione idiopatica o dovuta a LPP, e quindi quante siano le chances di riduzione non chirurgica [3]. Anche se l'invaginazione nei bambini di maggiore età è più spesso causata da LPP, l'età avanzata non è una controindicazione al tentativo di riduzione non chirurgica. Da un lato, infatti, è stata riportata una percentuale di riduzione maggiore del 50%, anche in presenza di LPP [2, 12]. Inoltre il paziente beneficia anche di una parziale riduzione dell'invaginazione, giacché questa minimizza l'ischemia intestinale e quindi riduce l'estensione di una eventuale resezione intestinale, se necessaria [12]. Dall'altro lato, in pazienti oltre il primo anno di vita un pur sempre consistente numero d'invaginazioni è idiopatico, quindi risulta utile tentare una riduzione non chirurgica, specialmente se l'US è negativa per LPP. A supporto di questo, nella nostra casistica l'età non ha influenzato la percentuale di riduzioni sia nel gruppo US-E sia in quello RX-E. Inoltre è stata ottenuta una completa riduzione in tutti i casi oltre l'anno di vita che hanno eseguito il US-E, anche se tale sottogruppo di pazienti mostrava una durata della sintomatologia significativamente superiore rispetto il corrispettivo gruppo di pazienti sottoposto a RX-E. Per tale motivo il US-E dovrebbe essere considerato quale procedura di prima scelta in questi casi potenzialmente più difficili.

C'è evidenza che una lunga durata dei sintomi possa essere considerata un fattore prognostico negativo per la riduzione non chirurgica dell'invaginazione. Infatti, nella maggior parte dei casi, una prolungata sintomatologia implica una estesa sofferenza vascolare, con un ampio edema del tratto intestinale invaginato, più arduo da ridurre. Diversi autori hanno affermato come sia la morbilità che l'efficacia della riduzione dipendano dal lasso di tempo intercorso tra l'inizio della sintomatologia e l'esecuzione del trattamento. Più è breve la durata dei segni e dei sintomi, maggiore sono le

bidity and effectiveness of the reduction procedure depend on the time elapsed from symptom onset to treatment institution. The shorter the signs and symptom duration, the greater the chance of reduction. Katz et al. reported that a symptom duration >12 h was a significant predictor of an unsuccessful enema [13]. Beasley and Glover found that a symptom duration >24 h was associated with a lower success rate for barium enema but not for gas enema [14]. Other studies demonstrated that patients who had a successful reduction were symptomatic for a shorter duration [15, 16]. In contrast, the only study in which symptom duration seemed to have little influence on the success rate of barium enema was Okuyama et al.'s, with no significant difference in mean symptom duration between successful and failed enema groups [17]. In our series, no significant association between symptom duration and outcomes was found in either the RX-E or US-E group. The relatively small number of patients could be a limiting factor for our results. However, US-E was demonstrated to be an effective and safe procedure, regardless of disease duration, as shown by a success rate >83%, with no cases of perforation, in the subgroup with symptom duration >24 h.

Several authors have emphasised that the kind of operator training and level of experience significantly affect the success rate, especially in potentially more difficult cases [6, 8]. Ko et al. [1] found that paediatric hospitals have lower rates of surgical interventions compared with nonpaediatric hospitals. Several authors have stated that the reduction procedure performed by paediatric surgical staff greatly facilitates availability, contributes to the acquiring of skill and experience and improves safety and outcome [15, 18]. In our series, although ours is not a paediatric hospital, the operator was always a paediatric surgeon, both for US-E (alone) and RX-E (together with a radiologist). The paediatric surgeon on our staff who performed US-E was always the same attendant and has thus acquired skills and confidence with the procedure throughout the years. Even if different paediatric surgeons and radiologists performed RX-E, they were all trained and skilled with this procedure in a comparable manner.

Regarding contrast media used to perform enemas: Hartmann's solution was chosen for US-E because of its near-physiological composition, implying a reduced risk of fluid intoxication compared to saline, particularly when large volumes are needed for reduction attempts [9]. To perform RX-E, we traditionally choose a water-soluble contrast medium instead of barium, as supported by other authors [10, 11, 19–21]. Water-soluble contrast agents allow good

possibilità di riduzione. Katz et al. [13] hanno riportato che una durata della sintomatologia maggiore di 12 ore era un significativo predittore di fallimento del clisma. Beasley e Glover [14] hanno constatato che una durata della sintomatologia >24 ore era associata ad una minor percentuale di successo nella riduzione con clisma baritato, ma non nel caso di clisma con gas. Altri studi hanno dimostrato che nei casi con efficace riduzione dell'invaginazione, i pazienti avevano presentato una minor durata dei sintomi [15, 16]. Diversamente Okuyama et al. [17] hanno pubblicato l'unico studio in cui la durata dei sintomi sembrava essere poco correlata con la percentuale di successo del clisma con bario, senza alcuna differenza statisticamente significativa nella durata media della sintomatologia tra il gruppo con clisma di successo e quello con clisma fallito. Nella nostra casistica non è stata riscontrata alcuna significativa associazione tra la durata dei sintomi ed il risultato del clisma, sia nel gruppo RX-E che in quello US-E. Il relativamente ridotto numero di pazienti potrebbe essere stato un fattore limitante nei nostri risultati. Comunque, il US-E si è dimostrato essere procedura efficace e sicura, indipendentemente dalla durata della patologia, come dimostrato della percentuale di successo maggiore dell'83% nel sottogruppo di bambini con durata dei sintomi >24 ore, in assenza di episodi di perforazione.

Diversi autori hanno rilevato come il tipo di training e il grado di esperienza dell'operatore che esegue la riduzione influenzino significativamente la percentuale di successo, specialmente in quei casi potenzialmente più difficili [6, 8]. Ko et al. [1] hanno dimostrato che negli ospedali pediatrici si osservano minori percentuali di intervento chirurgico rispetto agli ospedali non pediatrici. Parecchi autori hanno affermato che le procedure di riduzione eseguite da uno staff chirurgico pediatrico migliora notevolmente la disponibilità, contribuisce all'acquisizione di perizia ed esperienza e migliora la sicurezza e i risultati [15, 18]. Nella presente casistica, nonostante il nostro non sia un ospedale pediatrico, l'operatore è sempre stato un chirurgo pediatra, sia nell'esecuzione del US-E (da solo) che del RX-E (insieme ad uno specialista radiologo). Il chirurgo pediatra dello staff che ha eseguito il US-E è sempre stato il medesimo dirigente medico, che ha quindi acquisito nel corso degli anni una ampia competenza ed esperienza in tale procedura. Anche se diversi chirurghi pediatri e radiologi hanno effettuato il RX-E, questi avevano comunque tutti un equivalente livello di preparazione e di competenza.

Per quanto concerne il tipo di mezzo utilizzato per eseguire i clismi, per il US-E è stata scelta la soluzione di Hartmann in quanto di composizione para-fisiologica, con conseguente ridotto rischio di intossicazione da fluidi, rispetto alla normale salina, quando si rendano necessari ampi volumi di liquidi nei tentativi di riduzione [9]. Nell'esecuzione del RX-E abbiamo tradizionalmente preferito un mezzo di contrasto idrosolubile piuttosto che baritato, così come sostenuto da altri autori [10, 11, 19–21]. Il mezzo di contrasto idrosolubile fornisce una buona definizione anatomica, è sterile e presenta una sicurezza maggiore del bario in caso

anatomical delineation, are sterile and safer than barium in the event of perforation. In fact, it has been shown that barium perforation leads to severe peritoneal reaction, which is associated with higher morbidity and mortality rates than is water-soluble contrast material [22]. Furthermore, in most of cases of intussusception, intestinal peristalsis is reduced; the use of a water-soluble contrast medium greatly facilitates evacuation of intestinal content, either after a successful enema or in the event of surgery. However, it is known that water-soluble contrast agents, compared with barium, require a higher column to produce the same bowel pressure due to lower density. This could partly explain the low reduction rate we achieved with RX-E compared with the literature. A second point is that the majority of patients in our series had a very long symptom duration (56% >24 h; 84% >12 h), as our institution is a referral centre for a large area. This could explain the lower overall successful reduction rates compared with other series.

Conclusions

US-E and RX-E are procedures of comparable value and safety in reducing idiopathic ileocecolic intussusception. In our experience, patient age and symptom duration influence outcomes of nonsurgical reduction procedures. US-E seems to be more effective in patients >12 months or with symptom duration >24 h compared with RX-E. As US-E avoids radiation exposure, it should be considered the first-choice procedure for reduction, particularly in these two subgroups of patients.

Conflict of interest None

References/Bibliografia

1. Ko HS, Schenk JP, Troger J et al (2007) Current radiological management of intussusception in children. *Eur Radiol* 17:2411–2421
2. Navarro O, Dugougeat F, Kornecki A et al (2000) The impact of imaging in the management of intussusception owing to pathologic lead points in children. *Pediatr Radiol* 30:594–603
3. Blakelock RT, Beasley SW (1998) The clinical implications of non-idiopathic intussusception. *Pediatr Surg Int* 14:163–167
4. Retan GM (1927) Nonoperative treatment of intussusception. *Am J Dis Child* 33:765–770
5. Del-Pozo G, Albillos JC, Tejedor D et al (1999) Intussusception in children: current concepts and enema reduction. *Radiographics* 19:299–319
6. Justice FA, De Campo M, Liem NT et al (2007) Accuracy of ultrasonography for the diagnosis of intussusception in infants in Vietnam. *Pediatr Radiol* 37:195–199
7. Bai YZ, Qu RB, Wang GD et al (2006) Ultrasound-guided reduction of intussusception by saline enema: a review of 5218 cases in 17 years. *Am J Surg* 192:273–275
8. Crystal P, Hertzanu Y, Farber B et al (2002) Sonographically guided hydrostatic reduction of intussusceptions in children. *J Clin Ultrasound* 30:343–348

di perforazione. Infatti, è stato dimostrato che le perforazioni con fuoriuscita di bario producono severe reazioni peritoneali, che sono associate a una morbilità e mortalità maggiori rispetto alle perforazioni con mezzi di contrasto idrosolubili [22]. Inoltre, la peristalsi intestinale è ridotta nella gran parte dei casi d'invaginazione; l'utilizzo di mezzi di contrasto idrosolubili agevola considerevolmente l'evacuazione del contenuto intestinale, sia in seguito ad un clisma risolutivo che in caso di successivo approccio chirurgico. È comunque risaputo come il mezzo di contrasto idrosolubile richieda, rispetto al bario, una colonna più elevata al fine di ottenere la medesima pressione nel lume intestinale, a causa della sua minor densità. Questo potrebbe in parte spiegare la più bassa percentuale di successo ottenuta con il RX-E, rispetto quanto riportato in Letteratura. Un secondo punto è che nella nostra casistica la maggior parte dei pazienti presentava una prolungata sintomatologia (56% >24 ore; 84% >12 ore), giacché il nostro dipartimento è il centro di riferimento per un'ampia area geografica. Questo potrebbe inoltre spiegare la minor percentuale complessiva di successi rispetto quanto riportato in altre casistiche.

Conclusioni

Il US-E e il RX-E sono procedure di efficacia e sicurezza equiparabili al fine di ridurre l'invaginazione ileo-ceco-colica idiopatica. Nella nostra esperienza né l'età dei pazienti né la durata dei sintomi hanno influenzato significativamente l'esito dei metodi non chirurgici di riduzione. Il US-E sembrerebbe essere più efficace del RX-E nei pazienti di età maggiore di 12 mesi o con durata della sintomatologia >24 ore. Dato che evita l'esposizione a radiazioni ionizzanti, il US-E dovrebbe essere considerato procedura di prima scelta nella riduzione dell'invaginazione, specialmente in questi due sottogruppi di pazienti.

9. Peh WCG, Khong PL, Chan KL et al (1996) Sonographically guided hydrostatic reduction of childhood intussusception using Hartmann's solution. *AJR Am J Roentgenol* 167:1237–1241
10. Daneman A, Navarro O (2004) Intussusception. Part 2: an update on the evolution of management. *Pediatr Radiol* 34:97–108
11. Chan KL, Saing H, Peh WC et al (1997) Childhood intussusception: ultrasound-guided Hartmann's solution hydrostatic reduction or barium enema reduction? *J Pediatr Surg* 32:3–6
12. Simanovsky N, Hiller N, Koplewitz BZ et al (2007) Is non-operative intussusception reduction effective in older children? Ten-year experience in a university affiliated medical center. *Pediatr Surg Int* 23:261–264
13. Katz M, Phelan E, Carlin JB et al (1993) Gas enema for the reduction of intussusception: relationship between clinical signs and symptoms and outcome. *AJR Am J Roentgenol* 160:363–366
14. Beasley SW, Glover J (1992) Intussusception: prediction of outcome of gas enema. *J Pediatr Surg* 27:474–475
15. Okazaki T, Ogasawara Y, Nakazawa N et al (2006) Reduction of intussusception in infants by a pediatric surgical team: improvement in safety and outcome. *Pediatr Surg Int* 22:897–900
16. Shapkina AN, Shapkin VV, Nelubov IV et al (2006) Intussusception in children: 11-year experience in Vladivostok. *Ped Surg Int* 22:901–904
17. Okuyama H, Nakai H, Okada A (1999) Is barium enema reduction safe and effective in patients with a long duration of intussusceptions? *Pediatr Surg Int* 15:105–107
18. Shehata S, El Kholi N, Sultan A et al (2000) Hydrostatic reduction of intussusception: barium, air or saline? *Pediatr Surg Int* 16:380–382
19. Barr LL, Stansberry SD, Swischuk LE (1990) Significance of age, duration, obstruction and the dissection sign in intussusceptions. *Pediatr Radiol* 20:454–456
20. Swischuk LE (1992) The current radiologic management of intussusceptions: a survey and review. *Pediatr Radiol* 22:317
21. Meyer JS, Dangman BC, Buonomo C et al (1993) Air and liquid contrast agents in the management of intussusception: a controlled, randomized trial. *Radiology* 188:507–511
22. Ginai AZ (1985) Experimentation evaluation of various available contrast agents for use in the gastrointestinal tract in case of suspected leakage: effects on peritoneum. *Br J Radiol* 58:969–978