



Malrotation and Midgut Volvulus in Children: Diagnostic Approach, Imaging Findings, and Pitfalls

소아의 장회전이상과 중장염전: 진단적 접근,
영상 소견 및 함정들

Jeongju Kim, MD , So-Young Yoo, MD* ,
Tae Yeon Jeon, MD , Ji Hye Kim, MD

Department of Radiology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine,
Seoul, Korea

ORCID iDs

Jeongju Kim <https://orcid.org/0000-0002-4894-7805>

So-Young Yoo <https://orcid.org/0000-0002-8203-3441>

Tae Yeon Jeon <https://orcid.org/0000-0002-7796-1307>

Ji Hye Kim <https://orcid.org/0000-0003-3621-3406>

Received January 3, 2023

Revised March 16, 2023

Accepted June 20, 2023

*Corresponding author

So-Young Yoo, MD
Department of Radiology,
Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University
School of Medicine,
81 Irwon-ro, Gangnam-gu,
Seoul 06351 Korea.

Tel 82-2-3410-6417

Fax 82-2-3410-6368

E-mail sy1131.yoo@samsung.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Malrotation and midgut volvulus are surgical emergencies that commonly occur within the first month of life. The classic symptom is acute bilious vomiting, while nonspecific symptoms such as recurrent abdominal pain may be present in older children. Malrotation can be associated with duodenal obstruction caused by an abnormal peritoneal fibrous band or congenital anomalies, such as an annular pancreas or a preduodenal portal vein. Volvulus can lead to bowel ischemia and a life-threatening condition, thus prompt and accurate diagnosis is crucial. Diagnosis can be made through upper gastrointestinal series, ultrasonography, and CT, with ultrasonography being preferred as a screening tool due to its rapid and accurate diagnosis, without radiation exposure, in children. This pictorial essay discusses the key imaging findings and diagnostic approaches for malrotation and midgut volvulus, as well as diagnostic pitfalls based on actual cases.

Index terms Intestinal Volvulus; Gastrointestinal Diseases; Infant, Newborn, Diseases; Ultrasonography

서론

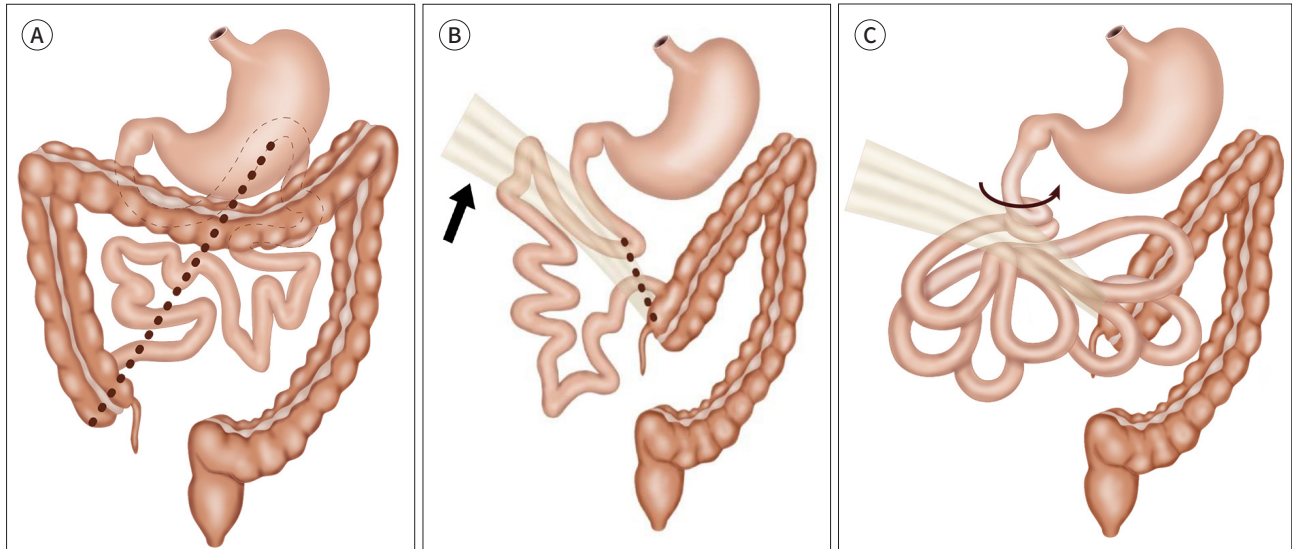
장회전이상(intestinal malrotation)은 배아 발생 과정 중 소장과 대장의 비정상적인 회전 및 고정으로 발생하는 선천성 기형이다. 임신 6-10주경 복강 외에 위치하던 원시 중장(midgut)은 임신

Fig. 1. Diagrams showing normal rotation, malrotation, and midgut volvulus.

A. Normal rotation: note the normal position of the duodenojejunal junction and the cecum; the dotted line shows a broad-based attachment of small bowel mesentery, extending from the duodenojejunal junction in the left upper quadrant to the cecum in the right lower quadrant.

B. Malrotation: note the narrow mesenteric base (dotted line) which causes small bowels to be prone to twisting; the Ladd's band (arrow) may cross over the duodenum and cause a small bowel obstruction.

C. Midgut volvulus: clockwise rotation (curved arrow) of the superior mesenteric vein, mesentery, and small bowel around the superior mesenteric artery.



10-11주경 다시 복강 내로 들어오면서 상장간막동맥(superior mesenteric artery; 이하 SMA)을 축으로 시계 반대 방향으로 270도 회전하며 복막에 고정된다(1). 이때 기형이 발생하는 시점에 따라 무회전(non-rotation), 불완전 회전(incomplete rotation) 또는 역회전(reversed rotation) 등 여러 형태의 회전 이상이 발생할 수 있다(2). 불완전 회전의 경우 맹장(cecum)과 장간막(mesentery) 사이에 형성된 Ladd band로 인하여 십이지장 폐쇄가 발생할 수 있으며, 장간막의 부착 부위가 좁아짐에 따라 중장이 SMA 주위를 회전하기 쉬워진다. 중장염전(midgut volvulus)은 장이 SMA를 중심으로 시계방향으로 꼬여 발생하는 심각한 합병증이다(Fig. 1) (3).

임상적으로 중장염전이 의심되는 경우 초음파를 선별검사로 활용하고 있으며, 특징적인 “whirlpool sign”이 보이는 경우 진단할 수 있다. 초음파 소견이 애매한 경우나 장간막 혈관의 위치 관계가 비정상적인 경우 상부 위장관 조영술로 장회전이상 여부를 확인한다(4, 5).

장회전이상과 중장염전은 진단이 지연될 경우 소아 환자에 치명적인 결과를 야기할 수 있으므로, 영상의학과 의사의 역할이 매우 중요하다. 본 임상화보에서는 영상 기법에 따른 영상 소견과 진단적 접근, 그리고 검사 및 판독 시 주의해야 할 함정들에 대해 다루고자 한다.

임상 양상(Clinical Presentation)

장회전이상은 500명당 1명꼴로 나타나는 것으로 추정하고 있으며, 증상이 있는 경우 75%는 생후 한 달 이내에, 90%는 생후 1년 이내에 진단된다. 신생아나 영아에서는 중장염전이나 Ladd

band에 의한 폐쇄를 일으켜 전형적인 담즙성 구토로 내원하며, 유아기 이후에는 반복적인 복통, 구토, 또는 성장 부진과 같은 비특이적이고 다양한 증상을 호소할 수 있다(6, 7). 중장염전은 꼬인 정도와 시간에 따라 장의 혈류 상태가 영향을 받게 된다. 꼬인 정도가 심하거나 시간이 지체되면 림프관과 정맥 순환뿐만 아니라 동맥의 혈류 공급 장애를 일으켜, 장이 괴사하거나 단장증후군(short bowel syndrome), 심한 경우 사망까지 초래할 수 있다(1).

복부 방사선 촬영(Abdominal Radiography)

복부 방사선 촬영은 담즙성 구토나 복부팽만, 혈변 등을 주소로 내원하는 신생아에서 가장 먼저 시행하는 검사이다. 장회전이상 및 중장염전의 복부 방사선 촬영은 대부분 정상이거나 비특이적인 소견을 보이므로 이들 질환의 진단적 가치는 매우 낮다. 하지만 간혹 장회전이상에서 우측에는 소장, 좌측에는 대장 가스 음영이 보일 수 있다. 중장염전은 위와 십이지장의 팽대 및 원위부 가스의 감소 소견이 보이기도 한다(Fig. 2). 다수의 원위부 장관의 팽대 및 장벽 비후, 복부팽만을 동반한 장내가스의 감소는 중장염전으로 인하여 소장의 허혈성 괴사가 진행되었을 때 보일 수 있는 소견이다(Fig. 3). 장벽 공기(mural gas), 장 파열(intestinal perforation)을 시사하는 유리 공기(free air) 유무 등도 함께 평가하는 것이 좋다(1).

중장염전이나 Ladd band에 의한 십이지장 폐쇄는 급성 폐쇄로써 근위부 십이지장의 팽대가 심하지 않다. 반면 대표적 근위부 폐쇄인 십이지장 폐쇄(duodenal atresia)는 위와 근위부 십이지장이 늘어나는 특징적인 “double bubble sign”을 보일 수 있다. 늘어난 장관의 개수가 많을 경우에는 괴사성 장염(necrotizing enterocolitis)이나 다른 원인에 의한 원위부 폐쇄를 배제하여야 한다(8).



Fig. 2. Abdominal radiography of a 2-day-old term neonate with surgically proven midgut volvulus.

Gaseous distension of the stomach is seen with slight distension of the duodenal bulb and scanty distal bowel gases.



Fig. 3. Abdominal radiography of a 21-day-old term neonate with poor oral intake and melena.

There are multiple, dilated bowel loops with increased inter-bowel distance, suggesting enteropathy such as necrotizing enterocolitis; edema and mild ischemic change of the small bowels and mesentery, with underlying malrotation, was confirmed at surgery.

상부 위장관 조영술(Upper Gastrointestinal Series)

상부 위장관 조영술은 장회전이상과 중장염전 진단의 전통적인 표준검사 방법으로 알려져 있다(9-11). 검사 시 환자의 우측이 아래로 가도록 옆으로 누운 상태에서 희석된 바륨(thin barium) 또는 등장성 수용성 조영제를 경구나 비위관(nasogastric tube)으로 주입하여 검사한다. 위에서 십이지장으로 조영제가 통과할 때 측면 영상(lateral view)을 얻어 십이지장이 후복막강에 위치하는 것을 확인해야 한다. 이후 곧바로 환아를 양와위(supine position)로 눕혀 정면 영상(anteroposterior view)을 얻으며, 십이지장 공장 경계부(duodenojejunal junction; 이하 DJJ)의 위치를 확인한다(12).

십이지장은 전체적으로 C자 모양으로 보이며, 정상 DJJ는 위 유문부(pyloric antrum) 혹은 십이지장 팽대부(duodenal bulb) 정도의 높이에, 왼쪽 vertebral pedicle보다 왼쪽에 위치하여야 한다(Fig. 4) (12, 13). DJJ가 정상 위치보다 오른쪽 또는 아래쪽에 위치하고 공장(jejunum)이 오른쪽 또는 중앙에 위치하면 장회전이상을 진단할 수 있다(Fig. 5A). DJJ 위치가 제대로 평가되지 않았거나 애매한 경우에는 소장추적검사(small bowel follow through)를 추가로 시행하여 맹장의 위치를 확인한다. 맹장은 정상적으로 우하복부에 위치하게 되나 장회전이상의 경우 그 위치가 다양하게 보일 수 있다(Fig. 5B) (14). DJJ에서 맹장까지의 거리는 장간막 부착 부위의 너비에 해당한다. 이것이 좁을수록 장이 꼬이게 될 가능성이 높으므로 이에 대한 평가가 함께 이루어지는 것을 권한다(13). 과거에는 장회전이상이 의심되는 경우 바륨 관장(enema)을 시행하여 맹장의 위치를 확인하였다. 그러나 장회전이상의 20%가량은 맹장의 위치가 정상이며, 정상 영유아에서도 맹장

Fig. 4. A normal upper gastrointestinal series of a 2-year-old child.

A, B. The anteroposterior view shows the duodenojejunal junction (arrow) (A) and the lateral view shows the second and third portions of the duodenum (arrow) (B).

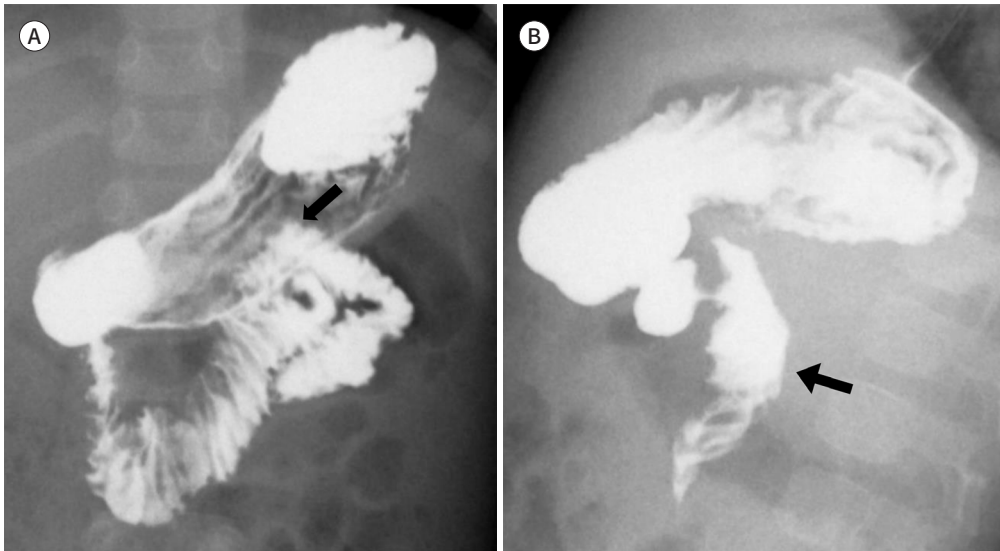
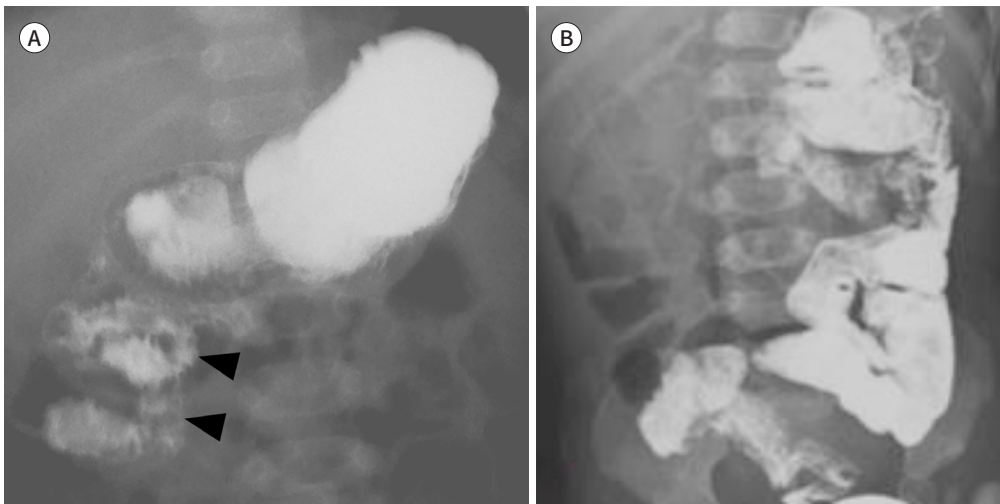


Fig. 5. Malrotation without volvulus in a 6-month-old infant.

A, B. The upper gastrointestinal series shows abnormal duodenojejunal junction and proximal jejunum locations (arrowheads) at the right side of the abdomen (A); delayed radiography after 12 hours shows the left-sided colon, and malrotation with Ladd's band was confirmed at surgery (B).



의 위치가 변할 수 있어 민감도가 높지 않다(9).

DJJ를 확인할 때는 조영제가 처음으로 십이지장에서 공장으로 넘어가는 순간을 포착하는 것이 중요하다(12). 십이지장으로 조영제가 넘어간 상태에서는 조영제가 빠르게 통과하며, 이후에는 소장으로 넘어간 조영제에 의해 DJJ가 가려져서 평가가 어려울 수 있기 때문이다(Fig. 6).

DJJ는 트라이츠인대(ligament of Treitz)에 의해 척추의 왼쪽에 고정되는데 비장비대(splenomegaly)나 수술적으로 트라이츠인대를 자르는 경우, 소장 폐쇄, 척추측만증(scoliosis), 비십이지장관(nasoduodenal tube) 삽입, 조영제를 다량 섭취하여 위가 과팽창된 경우 등 다양한 원인으로

인대가 늘어나면서 장회전이상과 유사한 결과를 보일 수 있다(4). 이런 경우 장회전이상과 DJJ의 정상 변이를 감별하기 위해 소장 추적 검사를 시행하거나 맹장의 위치를 확인하는 것이 도움이 된다.

상부 위장관 조영술에서 DJJ가 비정상적으로 위치하면서, 특징적인 코르크 따개 모양(corkscrew appearance), 즉 제3, 4부 십이지장과 공장 사이 나선형(spiral) 모양을 보이면 중장염전으로 진단한다(Fig. 7). 장의 꼬인 정도 및 폐쇄의 정도(완전 또는 불완전 폐쇄)에 따라 조영제가 공장으로 전혀 통과되지 않을 수 있다(Fig. 8) (8).



Fig. 6. Missed malrotation in a 2-month-old infant with recurrent vomiting.

The upper gastrointestinal series shows the duodenojejunal junction (arrow) in the midline of the vertebral body, and the proximal jejunum is in the right upper abdomen; midgut volvulus developed 3 months later, and malrotation with Ladd's band was confirmed at surgery.

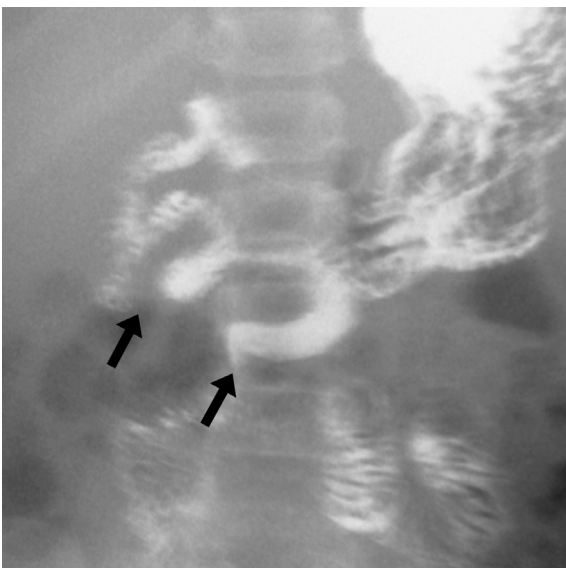


Fig. 7. Upper gastrointestinal series of midgut volvulus with malrotation in a 6-month-old infant with vomiting.

The duodenojejunal junction and proximal jejunum are seen in the right abdomen with a typical "corkscrew appearance" (arrows); malrotation and midgut volvulus without bowel ischemia were confirmed during surgery.



Fig. 8. Upper gastrointestinal series of complete duodenal obstruction in a 2-day-old neonate with malrotation and volvulus. Complete obstruction at the duodenal third portion is noted with slight distension of the proximal duodenum.

초음파(Ultrasonography)

초음파 검사는 방사선피폭이 없고 비침습적이며, 높은 해상도와 기동성 등 많은 장점을 가지고 있어 중장염전을 포함한 다양한 소아의 급성 복부 질환에서 우선적인 검사 방법으로 이용되고 있다(11, 15). 소아 복부 초음파 검사에서 탐촉자(transducer)의 선택은 매우 중요하다. 신생아 및 영아에서는 주로 7 MHz 이상의 고주파 탐촉자를 사용한다. 나이가 있거나 비만한 소아에서는 1-5 MHz의 볼록형(convex) 탐촉자를 이용하여 복부 장기를 전반적으로 평가하되, 위장관의 평가는 고주파 탐촉자를 이용한다(16).

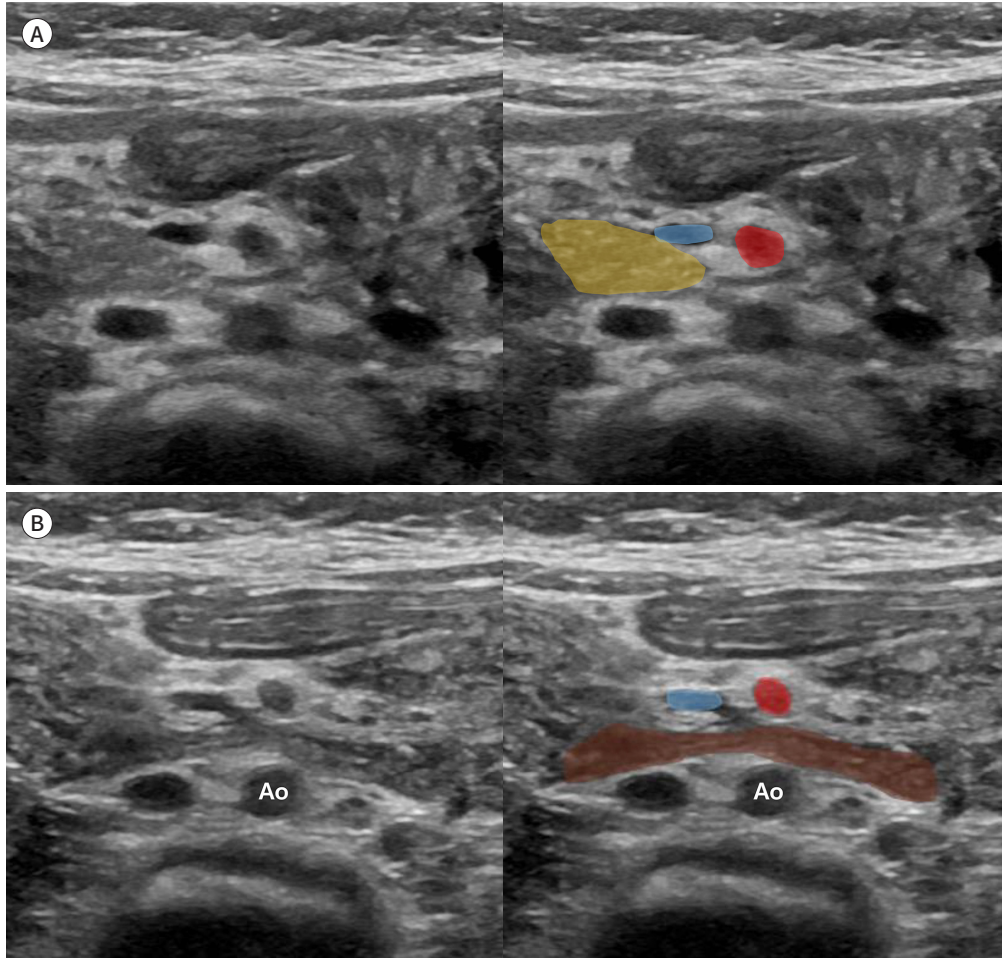
장회전이상을 평가하기 위해서는 십이지장의 경로와 상장간막혈관의 위치 관계를 확인한다. 정상적으로 십이지장 제3부는 췌장 뒤를 지나야 하며, 십이지장이 잘 보이지 않는 경우 소량의 물을 먹이는 것이 도움이 될 수 있다. 상장간막정맥(superior mesenteric vein; 이하 SMV)은 SMA의 우측(또는 우측 전방)에 위치한다(Fig. 9). 탐촉자를 상장간막혈관의 주행을 따라 위에서 아래로 움직이면 SMA와 SMV가 수평으로 주행하는 것을 확인할 수 있다. 장관 내 가스로 인하여 음창(sonic window) 확보가 어려운 경우 탐촉자를 이용하여 복부의 중앙 또는 측면에서 점진적인 압박(gradual compression)을 가하여 가스를 밀어내며 검사를 시행한다(16, 17).

상장간막혈관이 비정상적인 위치 관계를 보이는 경우, 즉 SMV가 SMA의 좌측 또는 전방(reversed or anteroposterior direction)에 위치하면 장회전이상을 의심해야 한다(10). 특히, 심장 수술력이나 3개 이상의 동반 기형이 있는 경우 장회전이상과 유의한 연관성이 있었다(18). 그러나 일부 장회전이상은 상장간막혈관이 정상적인 위치 관계를 보이기도 하고, 비정상적인 위치 관계를 보이더라도 장회전이상이 없을 수 있다(Fig. 10). 한 연구에 따르면, SMV가 좌측에 위치한 경우 100%,

Fig. 9. Normal ultrasonography of the SMA, SMV, and duodenum in a 5-month-old infant.

A, B. At the level of the uncinate process of the pancreas (yellow), the SMV (blue) is normally located at the right or right anterior aspect of the SMA (red) (**A**); the duodenal third portion (brown) is positioned in the retroperitoneal space between the Ao and mesenteric vessels (**B**).

Ao = aorta, SMA = superior mesenteric artery, SMV = superior mesenteric vein



전방에 위치한 경우 28%, 정상 위치 관계를 보인 경우의 3%에서 장회전이상이 확인되었다(19). 따라서 복부 증상이 있는 환자에서 초음파로 이들 혈관의 위치 관계를 확인하기 어렵거나 애매한 경우에 상부 위장관 검사를 추가로 시행하여 장회전이상이나 중장염전을 배제하도록 한다(20).

초음파 검사에서도 우하복부에서 맹장을 확인하는 것이 필요하나, 맹장의 위치가 정상이라고 장회전이상을 배제할 수 있는 것은 아니며, 신생아나 영아에서는 빈번하게 맹장이 다소 위쪽에 위치하거나 확인이 어려운 경우도 종종 있다(21).

중장염전은 초음파의 색도플러(color Doppler) 검사에서 복부 중상부에 위치한 소용돌이 모양(whirlpool sign)의 연조직 병소로 관찰된다(Fig. 11). 이는 SMA를 중심으로 SMV와 소장, 장간막이 시계방향으로 꼬이면서 보이는 소견으로, 매우 높은 진단적 민감도를 보이는 것으로 알려져 있다(Supplementary Video 1 in the online-only Data Supplement). 한 바퀴 이하로 불완전하게 꼬이거나, 자발적으로 꼬였다가 풀린(torsion-detorsion) 경우에는 전형적인 소용돌이 모양은 보

Fig. 10. A case of abnormal orientation of the superior mesenteric vessels in a 7-year-old child without malrotation.

A, B. Ultrasonography shows the anteroposterior direction of SMA (arrowhead) and SMV (arrow), raising concern for malrotation (**A**); the upper gastrointestinal series shows that the duodenojejunal junction (arrow) is located at the left side of the vertebra (**B**). The follow-through exam (not shown) demonstrated the normal location of the cecum in the right lower abdomen.

SMA = superior mesenteric artery, SMV = superior mesenteric vein

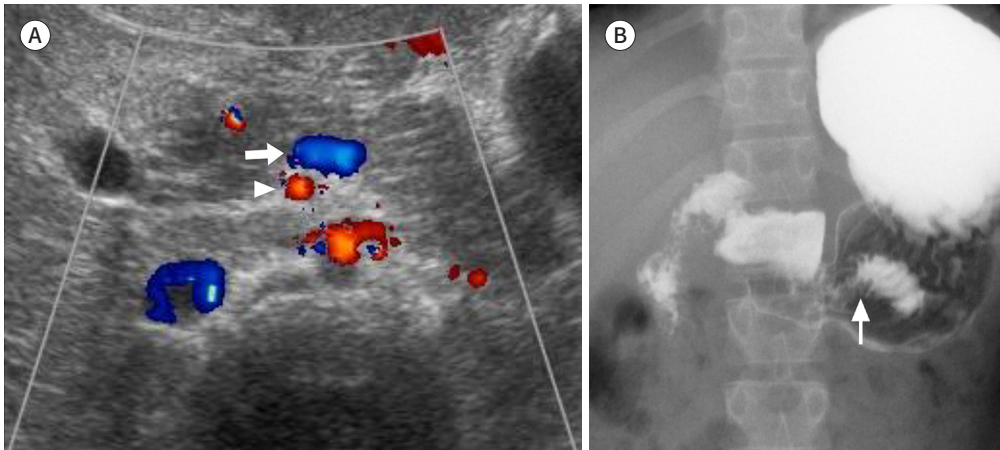
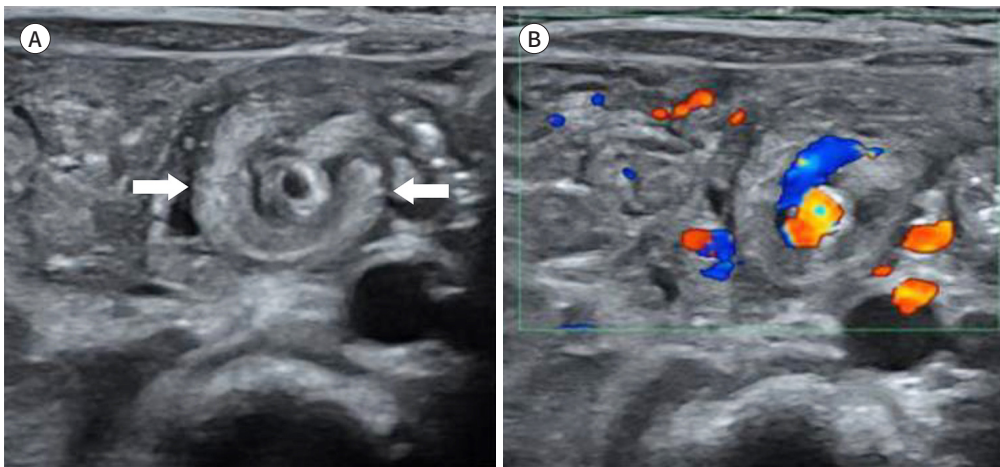


Fig. 11. Typical ultrasonographic findings of a midgut volvulus in a 3-day-old neonate with bilious vomiting.

A, B. Transverse ultrasonography of the upper abdomen demonstrates a whirling appearance lesion (arrows), and Color Doppler study shows a typical whirlpool sign corresponding to a clockwise wrapping of superior mesenteric vein, mesentery, and small bowel loops around the superior mesenteric artery.



이지 않고, SMA와 SMV의 비정상적인 위치 관계나 장간막 혈관들이 수렴(convergence) 하는 듯한 양상 및 장간막 부종 등의 소견을 보인다. 시간이 지나 소장의 혈류 공급 장애가 초래되면 소장 팽대 및 장벽 비후, 복수 등이 동반될 수 있다. SMA의 하부에서 꼬임이 발생할 수 있으므로, 동맥의 주행을 따라 하복부까지 확인하는 것이 중요하다.

중장염전이 동반되지 않은 Ladd band에 의한 십이지장 폐쇄에서도 담즙성 구토 등 중장염전과 비슷한 임상 양상을 보일 수 있다. 이러한 경우에도 초음파에서 전형적인 소용돌이 모양은 보이지 않으나 비정상적인 상장간막혈관의 위치 관계, 십이지장의 액체 저류 등을 볼 수 있다.

컴퓨터단층촬영(CT)

CT는 장회전이상의 진단과 동반된 합병증, 장의 허혈 정도를 평가하는데 정확도가 높은 검사이다. 그러나 성인과 달리 소아에서는 방사선 피폭과 검사를 위한 진정 등을 고려하여, 중장염전이 의심되지만 초음파나 투시 검사를 할 수 없는 경우, 초음파 검사에서 확정적인 진단을 얻지 못한 경우, 환자 상태가 급격히 악화되는 경우 등에 제한적으로 시행한다.

중장염전의 전형적인 CT 소견은 SMA를 중심으로 소장과 SMV가 시계방향으로 회전하는 소용돌이 모양이다. 이에 동반하여 늘어난 소장 벽의 조영증강이 거의 없거나 소실되는 것은 장벽의 허혈성 괴사가 진행되었음을 시사하며, 이에 대한 진단은 초음파 검사보다 CT가 더 민감하다 (Figs. 12, 13) (2).

간혹 복부 증상 없이 우연히 SMV가 SMA를 중심으로 반시계 방향으로 회전하는 소견(counterclockwise barber-pole sign)을 볼 수 있는데, 이는 발달 과정 중 중장의 회전에서 기인한 정상 변이이며, 중장염전의 “whirlpool sign”과는 구분되어야 한다(Fig. 14) (22).

연장아나 성인의 복부 CT 검사에서 우연히 장회전이상을 진단하기도 한다(Fig. 15) (23). CT는



Fig. 12. CT of a midgut volvulus without bowel ischemia in a 14-year-old girl. There is a whirlpool sign (arrowheads) with the preserved mucosal enhancement of the bowel.

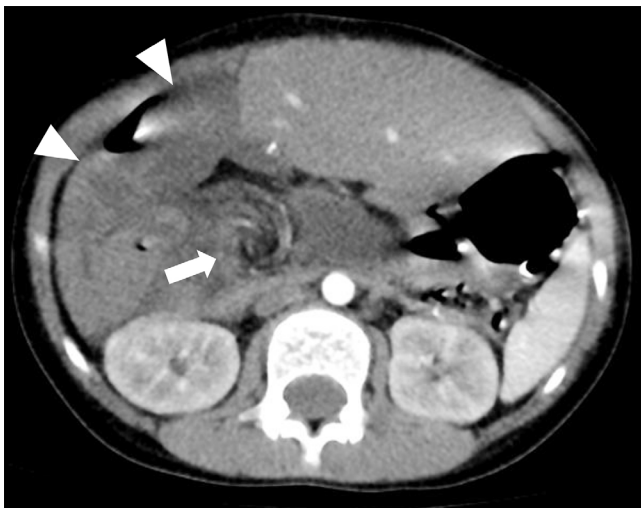


Fig. 13. CT of a midgut volvulus with bowel infarction in an 8-year-old boy. CT shows a whirlpool sign (arrow) with decreased bowel wall enhancement (arrowheads) in the right abdomen, representing bowel ischemia.

십이지장의 경로를 직접 보여주기 때문에 장회전이상의 진단이 용이하며, 초음파와 마찬가지로 비정상적인 상장간막혈관의 위치 관계를 확인할 수 있다. 또한 장회전이상과 동반된 여러 가지 선천성 기형의 진단에 유리하다. 장회전이상과 흔히 동반되는 기형으로는 십이지장 폐쇄, 십이지장 협착(duodenal stenosis), 십이지장 격막(duodenal web)과 같은 장관 기형과 복벽갈림증(gastroschisis), 선천복벽탈장(omphalocele), 선천성 횡격막탈장(congenital diaphragmatic hernia), 내장역위증(heterotaxy syndrome) 등이 대표적이다(24). 구상돌기(uncinate process)의 저형성(hypoplasia)이나 무형성(aplasia)과 같은 췌장의 형태학적 변이도 자주 발견된다. 고리 췌장(annular pancreas) 또한 장회전이상과 연관이 있다(Fig. 16). 이는 배아 발생과정 중 췌장의 형성과 중장의 회전이 밀접한 관련이 있음을 시사한다(25).

Fig. 14. Counterclockwise barber-pole sign incidentally found in CT of a 5-month-old patient with biliary atresia without gastrointestinal symptoms.

Consecutive CT images demonstrate counterclockwise wrapping (curved arrows) of the superior mesenteric vein (arrow) around the superior mesenteric artery (arrowheads).

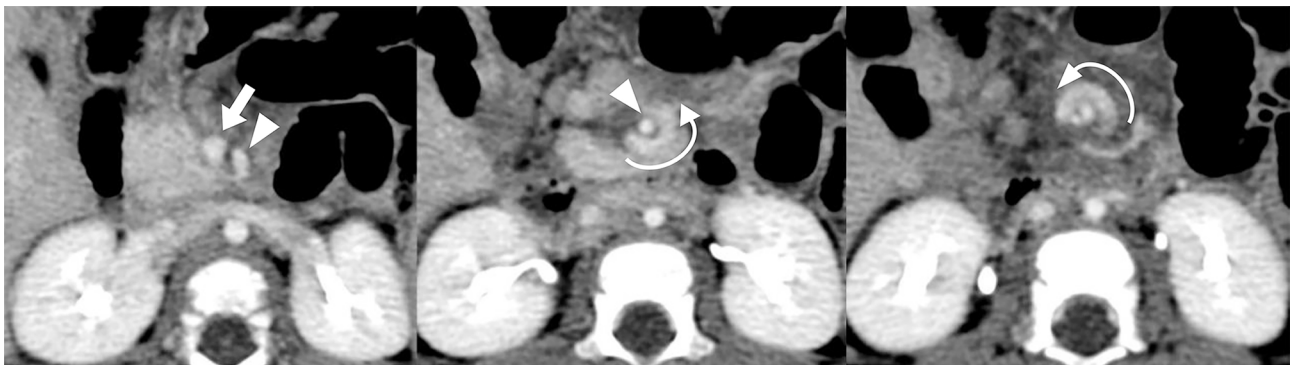


Fig. 15. Incidentally found malrotation in a 14-year-old male.

A. The vertical orientation of the superior mesenteric artery (A) and superior mesenteric vein (V) is noted with aggregated small bowel loops (arrow) mimicking mass-like lesions in the subhepatic space.

B. The upper gastrointestinal series shows the right-sided duodenum and proximal jejunum.

C. The follow-through exam demonstrates the cecum (arrow) in the right upper quadrant of the abdomen. At surgery, a Ladd's band between the duodenojejunal junction and the cecum was identified.

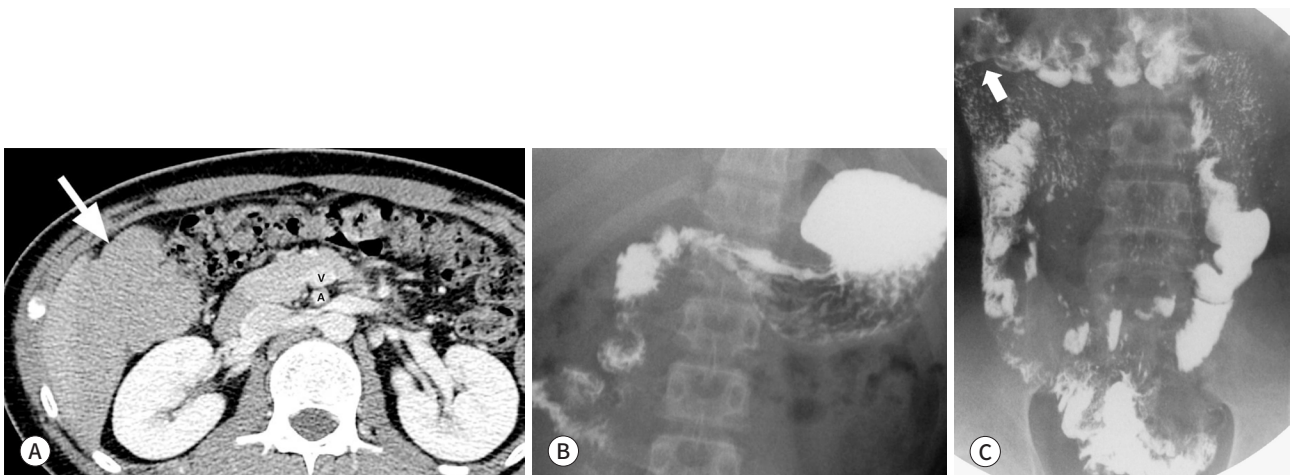


Fig. 16. Malrotation with multiple anomalies, including polysplenia, in a 2-year-old child with vomiting.

A, B. The upper gastrointestinal series shows a distended proximal duodenum (D) and abrupt caliber change at the 2nd portion (arrow) (**A**) and CT depicts multiple anomalies including a preduodenal portal vein (arrow), an inferior vena cava interruption, a C-shaped pancreas, and polysplenia (**B**); surgery confirmed a duodenal web with malrotation.

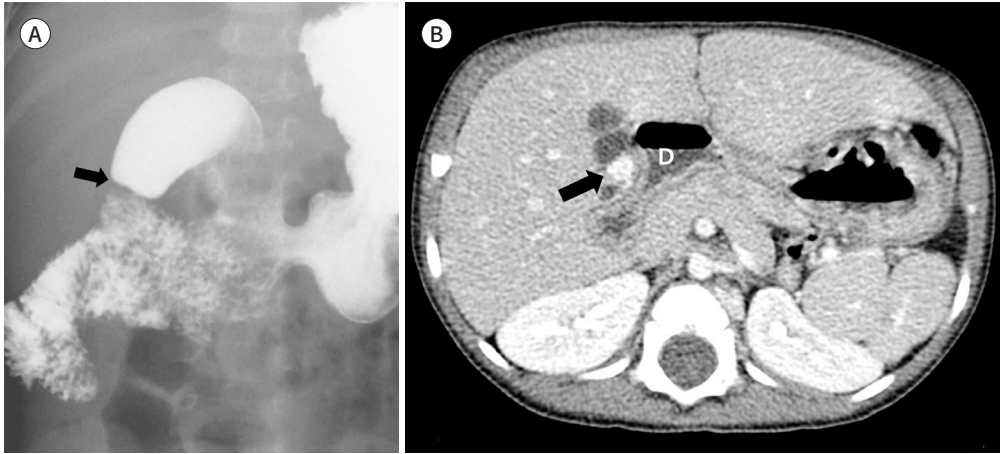


Fig. 17. CT of intussusception with malrotation in a 2-year-old child.

A, B. There is reversed relationship between the superior mesenteric artery (arrow) and the superior mesenteric vein, suggesting malrotation (**A**); most of the small bowel is located in the right abdomen, and the large bowel with colocolic intussusception (arrowheads) is noted in the left abdomen (**B**).



드물게 장중첩증(intussusception)과 장회전이상이 병발할 수 있으며, Waugh 증후군(Waugh syndrome)으로도 알려져 있다. 중첩된 장이 좌측 복부에 위치하고, SMA/SMV 위치 관계가 비정상적인 경우 의심해 볼 수 있다(Fig. 17) (26).

결론

본 임상화보에서는 소아의 주요 응급 복부질환인 장회전이상과 중장염전의 임상 특징과 복부초음파 및 상부 위장관 조영술을 비롯한 영상 검사들에 대해 알아보고, 각각의 검사에서 보이는 특

징적인 영상 소견과 검사 시 주의해야 할 점 등을 기술하였다. 특히 중장염전은 영유아기에 호발하면서 때로 비특이적인 증상으로 내원하여 진단이 지연될 경우 매우 치명적인 결과를 초래할 수 있는 질환으로 신속한 진단 및 치료에 있어 영상의학과 의사의 역할은 매우 중요하다. 따라서 앞서 기술된 영상 소견들 및 각 검사법에 따른 한계 등을 명확히 이해하고, 이를 바탕으로 정확한 진단을 내리고 필요할 경우 적절한 추가 검사를 시행하여 진단 및 치료가 지연되지 않도록 하여야 하겠다.

Supplementary Materials

The online-only Data Supplement is available with this article at <http://doi.org/10.3348/jksr.2023.0002>.

Supplementary Video Legend

Video 1. Typical ultrasonographic finding of midgut volvulus in a 1-day-old neonate with hematochezia.

This video shows a whirlpool sign, which represents the clockwise rotation of the mesentery and superior mesenteric vein around the superior mesenteric artery. A midgut volvulus with malrotation was confirmed at surgery.

Author Contributions

Conceptualization, K.J., Y.S.; data curation, K.J., Y.S.; investigation, all authors; supervision, Y.S.; visualization, K.J., Y.S.; writing—original draft, K.J.; and writing—review & editing, all authors.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

REFERENCES

1. Strouse PJ. Disorders of intestinal rotation and fixation ("malrotation"). *Pediatr Radiol* 2004;34:837-851
2. Pickhardt PJ, Bhalla S. Intestinal malrotation in adolescents and adults: spectrum of clinical and imaging features. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:1429-1435
3. Vinocur DN, Lee EY, Eisenberg RL. Neonatal intestinal obstruction. *AJR Am J Roentgenol* 2012;198:W1-W10
4. Applegate KE. Evidence-based diagnosis of malrotation and volvulus. *Pediatr Radiol* 2009;39 Suppl 2:S161-S163
5. Daneman A. Malrotation: the balance of evidence. *Pediatr Radiol* 2009;39 Suppl 2:S164-S166
6. Nehra D, Goldstein AM. Intestinal malrotation: varied clinical presentation from infancy through adulthood. *Surgery* 2011;149:386-393
7. Timpone VM, Lattin GE Jr, Lewis RB, Azuar K, Tubay M, Jesinger RA. Abdominal twists and turns: part I, gastrointestinal tract torsions with pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:86-96
8. Maxfield CM, Bartz BH, Shaffer JL. A pattern-based approach to bowel obstruction in the newborn. *Pediatr Radiol* 2013;43:318-329
9. Schlesinger AE. *Duodenum: congenital anomalies*. In Slovis TL, Caffey J, eds. *Caffey's pediatric diagnostic imaging*. Philadelphia, PA: Elsevier 2008
10. Siegel MJ. *Gastrointestinal tract*. In Siegel MJ, ed. *Pediatric sonography*. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins 2011
11. Lee SW. *Congenital and neonatal gastrointestinal diseases*. In Kim IO, ed. *Radiology illustrated pediatric radiology*. Berlin: Springer 2014
12. Applegate KE, Anderson JM, Klatte EC. Intestinal malrotation in children: a problem-solving approach to the upper gastrointestinal series. *Radiographics* 2006;26:1485-1500
13. Slovis TL, Strouse PJ. Malrotation: some answers but more questions. *Pediatr Radiol* 2009;39:315-316

14. Fortuna RB, Donnelly LF. *Midgut volvulus*. In Donnelly LF, ed. *Diagnostic imaging: pediatrics*. Salt Lake City, UT: Amirsys 2005
15. Kim JY. Imaging findings of gastrointestinal emergency in infants and young children. *J Korean Soc Radiol* 2020;81:794-805
16. Hwang JY. Emergency ultrasonography of the gastrointestinal tract of children. *Ultrasonography* 2017;36:204-221
17. Cho HH, Lee SM, You SK. Gastrointestinal emergencies in neonates: what we should know. *J Korean Soc Radiol* 2020;81:770-793
18. Son J, Lee S, Kim W, Jung SM, Jeon TY, Yoo SY, et al. Abnormal orientation of the superior mesenteric vessels detected in asymptomatic infants: what is its destiny? *Front Pediatr* 2021;9:665448
19. Dufour D, Delaet MH, Dassonville M, Cadranet S, Perlmutter N. Midgut malrotation, the reliability of sonographic diagnosis. *Pediatr Radiol* 1992;22:21-23
20. Nguyen HN, Navarro OM, Bloom DA, Feinstein KA, Guillerman RP, Munden MM, et al. Ultrasound for midgut malrotation and midgut volvulus: AJR expert panel narrative review. *AJR Am J Roentgenol* 2022;218:931-939
21. Marine MB, Karmazyn B. Imaging of malrotation in the neonate. *Semin Ultrasound CT MR* 2014;35:555-570
22. Clark P, Ruess L. Counterclockwise barber-pole sign on CT: SMA/SMV variance without midgut malrotation. *Pediatr Radiol* 2005;35:1125-1127
23. Zissin R, Rathaus V, Oscadchy A, Kots E, Gayer G, Shapiro-Feinberg M. Intestinal malrotation as an incidental finding on CT in adults. *Abdom Imaging* 1999;24:550-555
24. Newman B, Koppolu R, Murphy D, Sylvester K. Heterotaxy syndromes and abnormal bowel rotation. *Pediatr Radiol* 2014;44:542-551
25. Chandra J, Grierson C, Bungay H. Normal variations in pancreatic contour are associated with intestinal malrotation and can mimic neoplasm. *Clin Radiol* 2012;67:1187-1192
26. Elkeir IS, Balla W, Jagurru H, Fatih M, Mohammed SGA, Abdulkarim M. An unusual cluster of Waugh syndrome as a cause of intestinal obstruction in children-A case series. *Int J Surg Case Rep* 2022;96:107269

소아의 장회전이상과 중장염전: 진단적 접근, 영상 소견 및 함정들

김정주 · 유소영* · 전태연 · 김지혜

장회전이상과 이로 인한 중장염전은 생후 1개월 이내에 호발하는 외과적 응급 질환이다. 전형적인 증상은 급성 담즙성 구토이며, 유아기 이후에는 반복적인 복통과 같은 비특이적인 증상을 호소할 수 있다. 장간막 띠로 인한 십이지장 폐쇄나 고리체장, 십이지장 전방 문맥과 같은 기형을 동반하기도 한다. 중장염전은 장의 괴사를 일으켜 생명을 위협할 수 있으므로 정확하고 빠른 진단이 중요하다. 상부 위장관 조영술, 초음파 및 CT로 진단할 수 있으며, 초음파는 소아에서 방사선 피폭 없이 빠르고 정확하게 진단할 수 있어 선별검사로 대두되고 있다. 본 임상화보에서는 장회전이상과 중장염전의 핵심적인 영상 소견 및 진단적 접근법에 대해 알아보고, 실제 증례에서 경험한 진단적 오류와 주의할 점에 대하여 살펴보고자 한다.

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 영상의학과