











Postoperative Imaging Findings of Biliary Atresia

담도폐쇄증의 수술 후 영상 소견









Jisun Hwang, MD¹ , Hee Mang Yoon, MD^{2*} , Pyeong Hwa Kim, MD² ,
Jung-Man Namgoong, MD³ , Seak Hee Oh, MD⁴ , Ah Young Jung, MD² ,
Jin Seong Lee, MD² , Young Ah Cho, MD² 

¹Department of Radiology, Hallym University Dongtan Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Hwaseong, Korea

²Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

Departments of ³Pediatric Surgery and ⁴Pediatrics, Asan Medical Center Children's Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

ORCID iDs

Jisun Hwang  <https://orcid.org/0000-0002-7593-2246>
Hee Mang Yoon  <https://orcid.org/0000-0001-6491-5734>
Pyeong Hwa Kim  <https://orcid.org/0000-0003-4276-8803>
Jung-Man Namgoong  <https://orcid.org/0000-0002-9237-7440>
Seak Hee Oh  <https://orcid.org/0000-0002-9672-8877>
Ah Young Jung  <https://orcid.org/0000-0002-7427-6240>
Jin Seong Lee  <https://orcid.org/0000-0002-8470-4595>
Young Ah Cho  <https://orcid.org/0000-0001-6722-121X>

The Kasai portoenterostomy is the first-line treatment for the restoration of the flow of bile to the small intestine in patients with biliary atresia. Various complications can occur after Kasai portoenterostomy, including ascending cholangitis, biliary cirrhosis, and portal hypertension. Of these potential complications, ascending cholangitis is the most common. In cases of patients having uncontrolled complications due to progressive liver cirrhosis, portal hypertension, or progressive hyperbilirubinemia, liver transplantation is the indicated as treatment plan. Lifelong follow-up, particularly involving imaging studies, is important for the identification of various complications arising from biliary atresia after Kasai portoenterostomy. Additionally, imaging studies play a crucial role in the evaluation of potential liver donors and recipients. US is a key imaging modality utilized in the management of patients who undergo Kasai portoenterostomy, while CT and MRI are imperative to obtaining an accurate diagnosis.

Index terms Biliary Atresia; Portoenterostomy, Hepatic; Liver Transplantation; Ultrasonography; Computed Tomography, X-Ray; Magnetic Resonance Imaging

Received May 31, 2022
Revised August 9, 2022
Accepted September 15, 2022

*Corresponding author

Hee Mang Yoon, MD
Department of Radiology and
Research Institute of
Radiology, University of Ulsan
College of Medicine,
Asan Medical Center,
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,
Seoul 05505, Korea.

Tel 82-2-3010-0906
Fax 82-2-476-4719
E-mail espoirhm@gmail.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.

서론

Kasai portoenterostomy는 1955년 Morio Kasai에 의해 최초로 시행되었으며 담도폐쇄증의 표준 술식으로 시행되고 있다(1). Kasai portoenterostomy 이후 약 70%에서 성공적인 담즙 배설이 이루어지나, 결국에는 간경화 및 문맥 고혈압이 진행할 수 있다(2). Kasai portoenterostomy가 실패하거나, 담즙 배액이 잘 이뤄지지 않거나, 간경화로 인한 합병증이 악화되고 황달이 지속되는 경우 간이식이 필요하게 된다. Kasai portoenterostomy 이후에는 담도염, 문맥 고혈압, 간 종양 등 다양한 합병증이 동반될 수 있으며(3), 합병증 확인 및 장기 생존 환자의 추적 검사로서 초음파, CT, MRI를 통한 영상 진단이 주요 역할을 하고 있다. 특히 초음파 검사는 일차적으로 선호되며 이는 방사선 노출이 없고, 검사를 위한 진정 및 조영제가 필요하지 않고, 작은 체구로 인하여 우수한 해상도로 검사가 가능하기 때문이다. 간이식이 필요한 경우에는 공여자 및 수여자에서 간이식 금기 확인 및 간의 부피 측정, 혈관 및 담도계의 변이 여부 확인에 영상 검사가 필수적이다. 간이식 후에는 도플러 검사를 포함한 정기적 초음파가 합병증을 조기에 확인하는 데 일차적 검사 방법으로 널리 활용되고 있다. 본 종설에서는 Kasai portoenterostomy 후 발생하는 합병증, 간이식 전 검사, 이식 후 발생하는 합병증으로 나누어 담도폐쇄증의 수술 후 다양한 영상 소견을 살펴보고자 한다.

본론

Kasai Portoenterostomy Procedure

Kasai portoenterostomy는 담도폐쇄증의 기본적인 치료 술식으로 신생아기에 시행하여 담즙 배출을 정상화하고 간 기능을 보존하는 것을 목표로 시행한다. 수술 방법은 섬유화된 담도잔여물(fibrous ductal remnant)과 간의 담도를 모두 제거 후 jejunal Roux-en-Y limb으로 담즙이 분비되는 간문맥부위와 장을 문합(portoenterostomy)하여 간내 담도로부터 공장으로부터 담즙이 배출될 수 있도록 한다(4). 일부 환자에서 첫 수술 이후 담즙 배액이 잘 이루어졌다가 배액이 멈춘 경우, 간이식을 지연하는 것이 환자에게 도움이 되는 경우 redo Kasai portoenterostomy을 고려할 수 있다(3). Redo Kasai portoenterostomy란 재치환술(repeated hepatic portoenterostomy)로 간이식시 유착으로 수술을 어렵게 한다는 단점이 있을 수 있으나 담즙 배액이 처음이 잘 되었던 일부 환자군에서 선택적으로 시행할 경우 간이식을 피하거나 지연시킬 수 있다(5).

Postoperative Complications after Kasai Portoenterostomy

Kasai portoenterostomy 이후 흔히 발생할 수 있는 합병증들은 Table 1과 같다.

Cholangitis and Intrahepatic Biliary Cysts (Bile Lakes)

임상 소견

Portoenterostomy를 통해 장내 세균이 담도계로 쉽게 유입될 수 있어 상행성 담도염이 발생하

Table 1. Complications of Biliary Atresia after Kasai Portoenterostomy

Diagnosis	Imaging Features (US, CT, MRI)
Intrahepatic biliary cysts with or without cholangitis	Solitary or multiple continuous oval or beaded lesions along portal tracts in the porta hepatis Common in umbilical portion Sludge or stone can be seen within cysts Enhancement of the cyst wall Heterogeneous parenchymal enhancement of liver related to cholangiohepatitis
Portal hypertension and biliary cirrhosis	Contour irregularity or lobularity of liver Hepatomegaly Heterogeneous parenchyma of liver Periportal edema on CT or MRI Enlargement of the left or caudate lobe Splenomegaly and ascites Portosystemic collateral vessels (gastro-oesophageal varices, perisplenic-perigastric varices, splenorenal shunt) Decreased caliber of the portal vein, portal vein thrombus, and enlargement of hepatic artery Increased liver stiffness value in the US and MR elastography
Hepatic tumors (benign > malignant)	Focal nodular hyperplasia Regenerative nodule Hepatocellular carcinoma

기 쉽다. 담도염은 수술 후 발생할 수 있는 가장 흔하고 심각한 초기 합병증으로 주로 생후 2년 사이에 약 40%에서 발생한다(3). 혈청 빌리루빈의 상승(2.5 mg/dL 이상), 발열, 백혈구 증가, 무담즙변 증상을 동반한다(3). 발열, 무담즙변, 황달의 악화, 복통의 임상증상과 혈중 염증 반응(백혈구, C 반응단백, 프로칼시토닌 증가), transaminase 증가, 감마글루타밀 전이효소(gamma-glutamyl transferase) 증가, 영상 검사상 bile lake가 확인되는 것이 진단 기준으로 사용된다(6). 담도염이 발생한 경우 자연간(native liver)의 기능을 보존하기 위해 2-3주간의 즉각적인 경정맥 항생제 치료가 필요하다(6, 7). 재발성 담도염은 반복적인 입원 치료를 요하며 Kasai portoenterostomy의 실패, 간섬유화의 진행, 생존율 감소 등 나쁜 예후와 연관이 있다(8-10).

Kasai portoenterostomy 후 약 18%-30%의 환자에서 intrahepatic biliary cysts가 동반되며(11, 12), 조직학적으로 손상 및 섬유화된 담관과 염증세포로 이루어져 있다(13). 발생 기전은 분명하지 않으나 간내 담도의 섬유성 폐쇄, 염증성 변화, 실질에 진행되는 간경화가 원인으로 생각된다(14). Intrahepatic biliary cysts은 재발성 담도염의 원인이 될 수 있다(15). 항생제 치료로 조절되지 않는 경우 percutaneous transhepatic biliary drainage가 필요할 수 있고, intrahepatic biliary cysts가 좌외구역에 국한된 경우 드물게 간 절제술이 시행되기도 한다(16).

영상 소견

담도염이 의심되는 경우 일차적으로 초음파 검사를 시행하며 필요시 CT 혹은 MRI로 추가 검사를 시행한다. 영상 소견으로 intrahepatic biliary cysts (6, 11, 17), 간내 담도의 확장 또는 협착, 담석, 담도 주변의 조영증강 등이 있을 수 있다(18). Intrahepatic biliary cysts은 문맥을 따라 보이

는 한 개(solitary simple cyst) 또는 여러 개의 원형, 난원형, 혹은 염주알 모양(multiple continuous oval or beaded lesions)의 담즙을 함유한 낭성 병변으로 보이며, 좌간의 left portal vein umbilical segment 주변에 잘 생기나, 간의 모든 부위에 생길 수 있다(11, 12, 17, 19). 염증이 동반되는 경우 intrahepatic biliary cysts를 따라 조영증강을 보이기도 한다. 초음파 검사에서 intrahepatic biliary cysts는 저에코의 낭성 병변으로 보이며 내부에 찌꺼기나 담석이 보일 수 있다 (Fig. 1) (11, 14, 17, 20). 주로 중심부 간문맥을 따라 분포하는 경우가 많아 색도플러 검사로 혈류 유무를 확인하는 것이 작은 병소 발견에 도움을 준다. CT의 경우 방사선 노출의 위험이 있고, 경정맥 조영증강이 대부분 필요하며, 협조가 어려운 어린 환자에서는 진정 치료가 필요하므로 일차적으로 권유되는 검사방법은 아니다. 하지만 intrahepatic biliary cysts 이외에도 정맥류를 포함한 간경화 정도의 전반적인 변화를 객관적으로 평가할 수 있어 임상에서 널리 이용되고 있다. MRI의 경우 검사 소요 시간이 비교적 길며, CT와 마찬가지로 경정맥 조영증강 및 진정치료를 필요로 하는 단점이 있지만 방사선 노출이 없다는 큰 장점이 있다. CT와 MRI는 초음파에서 발견하기 어려

Fig. 1. US images of an 8-year-old girl show a large intrahepatic biliary cyst (asterisks, **A, B**) with irregular walls in the left lateral segment of the liver and a small intrahepatic biliary cyst (arrow, **B**) containing sludge.

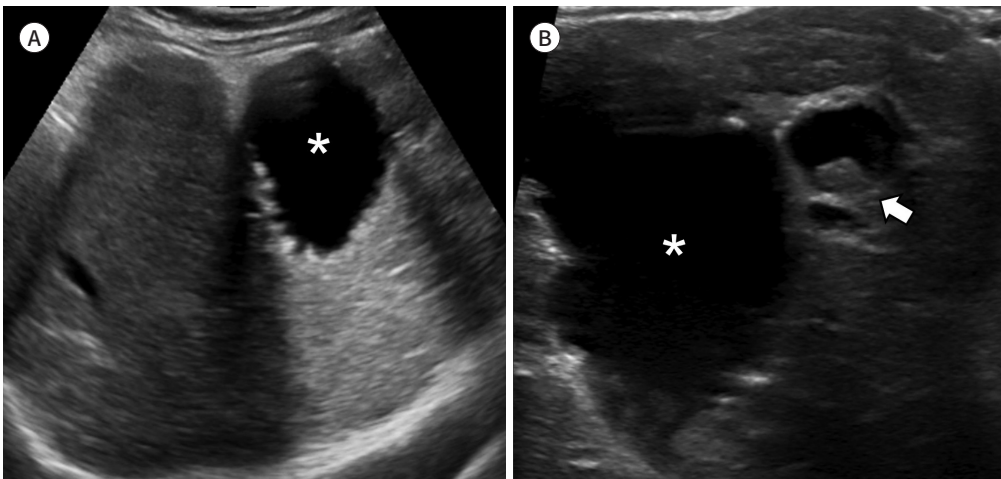
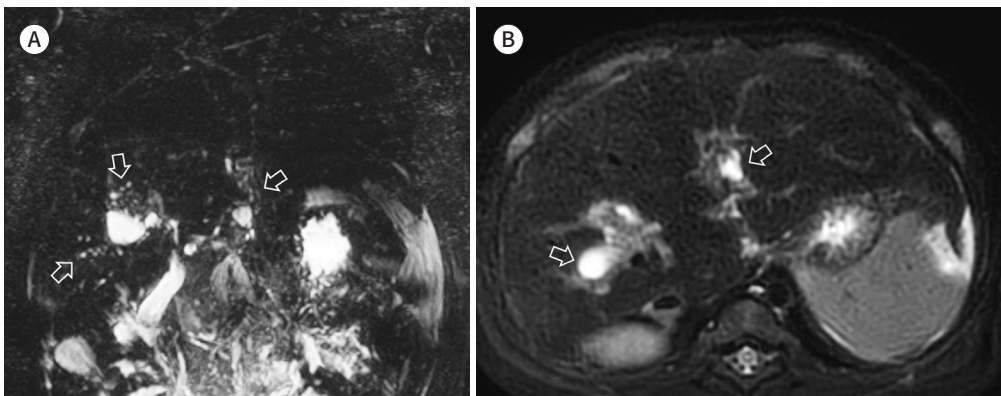


Fig. 2. A 5-month-old boy presenting with a fever after undergoing a Kasai portoenterostomy.
A. A MR cholangiopancreatography image shows beaded dilatation of the intrahepatic ducts (arrows) and multiple tiny intrahepatic biliary cysts along the portal tract.
B. A T2-weighted MR image shows multiple intrahepatic biliary cysts along the portal tract (arrows).



운 작은 intrahepatic biliary cysts 발견이 더욱 용이하며(Fig. 2), 담도염에 의해 조영증강 영상에서 불균질한 간 실질의 조영증강 소견(15), 혹은 담도벽을 따라 조영증강되는 소견을 볼 수 있다(Fig. 3). 또한, 재발성 담도염에서는 영상 검사를 통해 수술적 교정이 필요할 수 있는 Roux-en-Y loop의 꼬임이나 폐쇄가 있는지 확인해야 한다(2).

Portal Hypertension and Biliary Cirrhosis

임상 소견

문맥 고혈압은 Kasai portoenterostomy 후 발생하는 흔한 합병증으로 20년 이상 자연간으로 생존 환자의 약 70%에서 문맥 고혈압의 임상적, 내시경적 징후나 초음파 소견을 보였고 대부분에서(약 96%) 간경화를 보였다(21). 간의 담도의 염증 과정이 간내 분지에도 손상을 주어 성공적인 Kasai portoenterostomy 후에도 간 섬유화가 진행할 수 있다(22). 문맥 고혈압의 임상 증상으로는 간비장 비대, 식도 및 위 정맥류로 인한 위장관 출혈, 비장기능 항진증, 복수, 문맥 전신순환 뇌병증(portosystemic encephalopathy), 간폐증후군(hepatopulmonary syndrome)이 있을 수 있다(2). 정맥류는 위, 식도, Roux-en-Y loop anastomosis의 공장, 직장 및 항문 주위에 발생할 수 있고(4), 그중 위 정맥류 출혈은 약 4%~29%의 소아 환자에서 발생할 수 있는 주요 합병증이다(23).

영상 소견

초음파 검사는 Kasai portoenterostomy 후 만성 간질환 및 문맥 고혈압의 조기 예측 및 추적 관찰을 위해 가장 많이 시행되는 검사이다. 간 표면의 결절성 변화, 간실질의 불균질한 에코, 간정맥의 직경 감소와 불규칙한 내벽, 비장비대, 문맥전신성 측부순환 혈관(portosystemic collateral vessels)을 확인해야 한다(Figs. 4, 5) (24-26). 담도폐쇄증에서 문맥은 문맥 고혈압에 의해 직경이 증가할 수도 있으나(25), 반복된 담도염과 진행된 만성 간질환으로 인해 직경이 감소될 수 있으며(Fig. 6B) (12), 문맥의 해면상 변화(cavernous transformation)를 보이기도 한다(15). 심한 간경



Fig. 3. Contrast-enhanced CT image of a 7-month-old boy presenting with acute cholangitis after undergoing a Kasai portoenterostomy shows multiple tiny intrahepatic cysts in the central portion of the liver, with some cysts showing peripheral enhancement (arrows), where heterogeneous parenchymal enhancement of the liver indicates cholangiohepatitis.

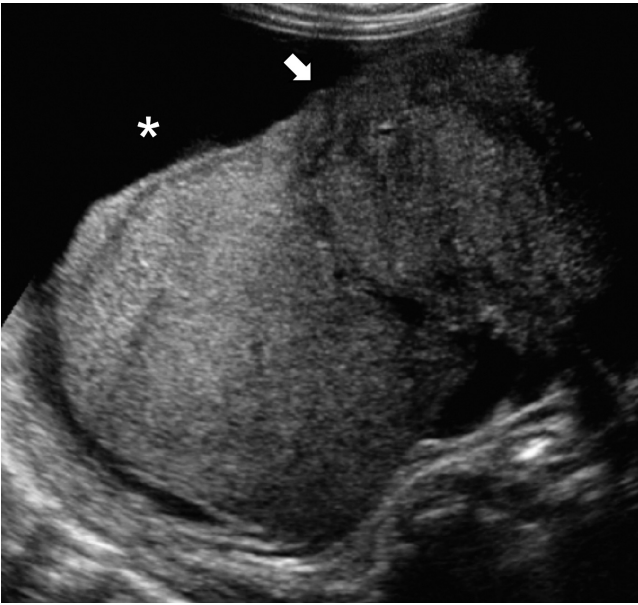


Fig. 4. An US image of a 9-month-old girl presenting with biliary cirrhosis after undergoing a Kasai portoenterostomy shows heterogeneous echotexture with surface nodularity (arrow) of the liver and perihepatic ascites (asterisk).

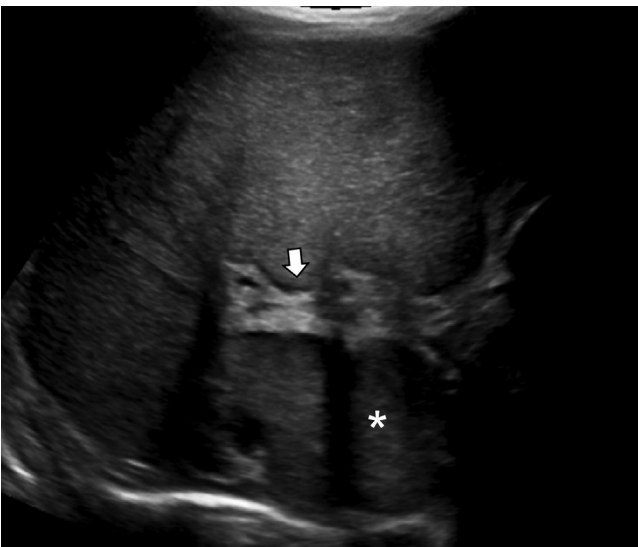
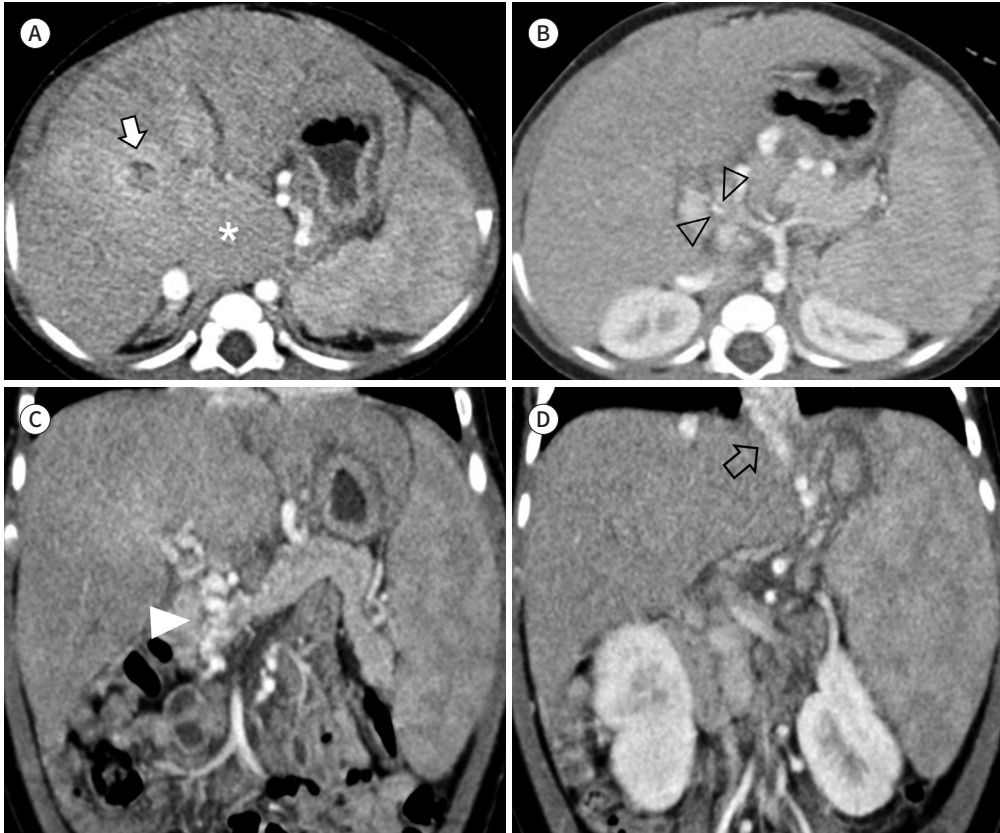


Fig. 5. An US image of a 3-month-old boy presenting with biliary cirrhosis after undergoing a Kasai portoenterostomy shows globular enlargement of the liver, hypertrophy of the caudate lobe (asterisk), and periportal increased echogenicity (arrow).

화의 경우 간문맥 혈류의 정상적인 hepatopetal flow가 역전되어 hepatofugal flow를 보일 수 있다(Fig. 7). 간동맥은 대부분 두꺼워지며(Fig. 7) (12, 20), 이는 간경화로 인한 혈역학적 변화와 감소된 간문맥 혈류에 대한 완충 효과가 원인으로 생각된다(12). 초음파 검사에서 간문맥 주변으로 전반적인 에코 증가 소견을 보일 수 있는데(Figs. 5, 7C, 10C), 이는 섬유화와 반복된 염증에 의한 소견일 것으로 추정된다. 담도폐쇄증에서 발생한 담관간경화는 점차 진행되는 간 문맥의 직경 감소, 간 동맥의 확장 및 혈류 증가를 보일 수 있으며 간 문맥의 혈전증은 드물다는 것이 일반적인 간경화와 구분되는 차이점이다(27). 또한 탄성 초음파는 비침습적으로 간섬유화 정도를 정량화할 수 있는 장점이 있다(24, 28). Kasai portoenterostomy 후 간 탄성 초음파 검사는 만성간질환으로 인한 여러 합병증을 예측하거나(transient elastography cut-off = 19.9 kPa) (28), 간경화 징후를 예측하는데(cut-off = 2 dimensional shear-wave elastography [2D-SWE] 11.5 kPa, transient

Fig. 6. A 9-month-old boy presenting with portal hypertension after undergoing a Kasai portoenterostomy.
A. A contrast-enhanced axial CT image shows globular enlargement of the liver with hypertrophy of the caudate lobe (asterisk), and an intrahepatic biliary cyst with internal sludge and peripheral enhancement (arrow).
B. A contrast-enhanced axial CT image shows the decreased diameter of the portal vein (arrowheads).
C, D. Contrast-enhance coronal CT images show the periportal collateral vessels (arrowhead, **C**), as well as parasophageal and esophageal varices (arrow, **D**) and splenomegaly.



elastography 10.5 kPa) 보조할 수 있음이 확인되었다(24). 그러나 현재까지 탄성 초음파 연구들이 단일 기관에서 작은 환자군을 대상으로 시행된 경향이 있어, 위에서 발표된 기준 탄성도 값들은 아직 더 다양한 기관에서 많은 수의 환자를 대상으로 검증이 필요해 보인다(Fig. 8).

CT 검사는 급성 합병증을 확인하거나 수술을 계획할 때 주로 쓰인다. CT에서는 간 표면의 결절성 변화, 좌간 또는 미상엽(caudate lobe) 비대, 비균질한 간 실질 조영증강, 간 문맥 주위 부종, 문맥 고혈압에 의한 위 식도 정맥류, 비장과 위 주변 정맥류, 비장-신장 단락(splenorenal shunt), 복수, 비장 비대증, 간문맥 혈전증을 확인할 수 있다(Figs. 6, 8B, 8C) (12, 15).

Conventional MRI에서도 간 표면의 결절성 변화, 간실질의 비균질한 신호강도, 문맥 주위의 고신호강도, 간문맥과 간동맥의 직경 변화, 비장 비대, 문맥전신성 측부순환 혈관을 확인할 수 있다(25, 29). MRI에서 간실질의 비균질한 신호강도(T1 강조영상에서 저신호강도, T2 강조영상에서 고신호강도)를 보이는 부위는 염증과 섬유화로 인한 실질의 손상 때문에 담즙이 정체된 간경화 부위로 생각되며, 좋지 않은 예후와 관련성이 있다(Fig. 9) (29). MRI에서 문맥 주변을 따라서 보이는 T1 강조영상에서 저신호강도(30) 또는 T2 강조영상에서 고신호강도 부위는 병리적으로 섬유화 조

Fig. 7. Decreased diameter of the portal vein with reversed flow in an 11-month-old boy with biliary cirrhosis.

- A.** An US image shows a hypoplastic portal vein with reversed flow, a decreased diameter measuring about 3.1 mm, and a slightly enlarged hepatic artery (arrowhead).
- B.** A color Doppler image shows reversed (hepatofugal) flow of the portal vein (arrow).
- C.** An US image shows that the diameter of the intrahepatic portal vein (arrows) is diffusely diminished, along with the presence of periportal hyperechogenicity (open arrow).

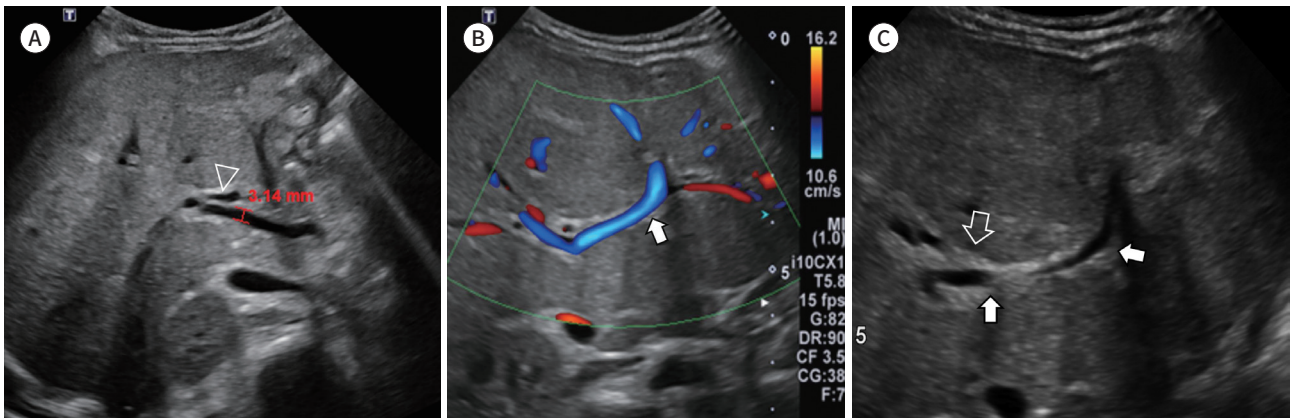


Fig. 8. Increased liver stiffness and portal hypertension in a 2-month-old girl after undergoing a Kasai portoenterostomy.

- A.** A two-dimensional shear wave ultrasonographic elastography image shows increased liver stiffness (13.5 kPa) with a median liver stiffness value of 12.1 kPa (not shown).
- B, C.** Contrast-enhanced CT images obtained 8 months later show heterogeneous parenchymal enhancement with surface nodularity of the liver and esophageal (arrow, **B**) and gastric (arrowhead, **C**) varices, suggesting liver cirrhosis and portal hypertension, resulting in a subsequent liver transplantation.

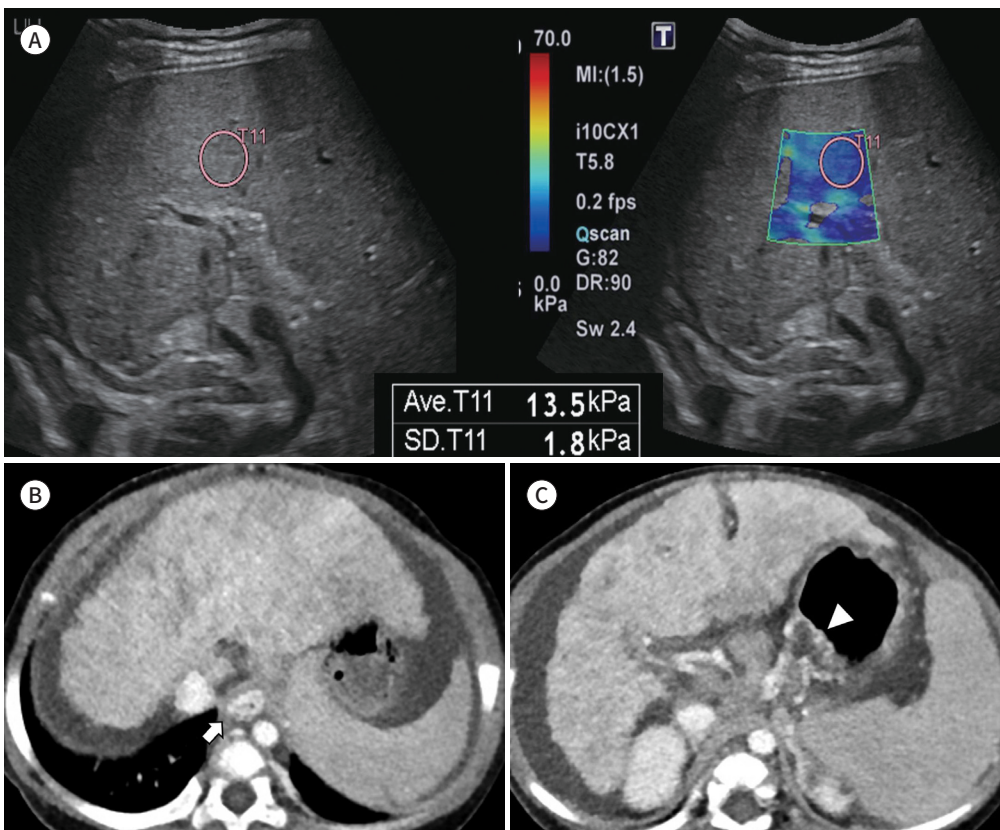


Fig. 9. A 3-year-old girl with biliary cirrhosis and portal hypertension.

A, B. Axial T2- and T1-weighted MR images of the liver show heterogeneous signal intensity in the periphery of the left lateral segment (arrows), as well as two intrahepatic biliary cysts near the umbilical segment of the portal vein (arrowheads).
C. A contrast-enhanced T1-weighted MR image of the liver shows two intrahepatic biliary cysts near the umbilical segment of the portal vein (arrowheads), while the periphery of the left lateral segment demonstrates heterogeneous enhancement (arrow).

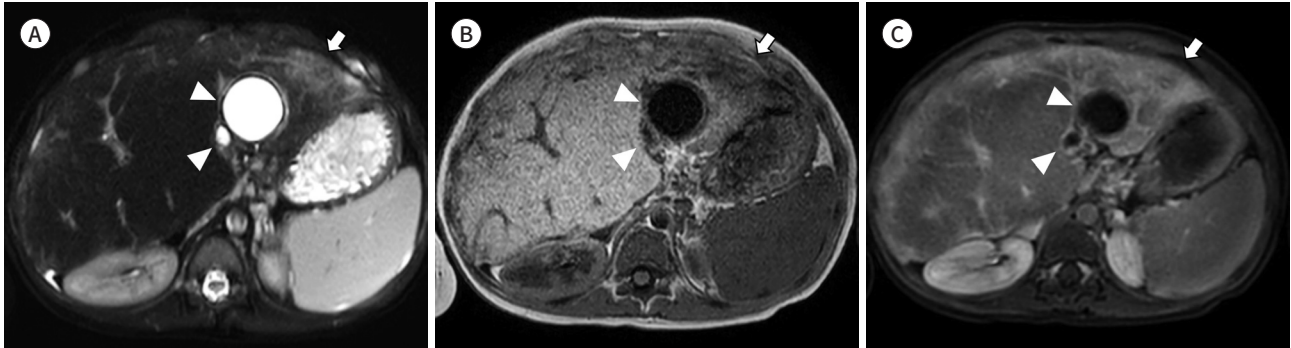
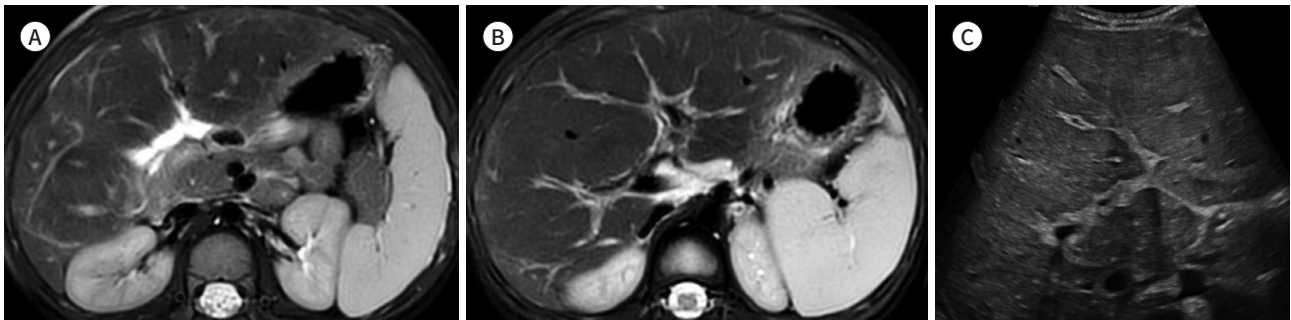


Fig. 10. A 3-year-old boy with biliary cirrhosis and portal hypertension.

A, B. Axial T2-weighted MR images show periportal branching T2 hyperintensity and globular enlargement of the liver, and splenomegaly.
C. An US image shows coarse echotexture of the liver with periportal hyperechogenicity.



직과 염증이 동반된 병변으로 진행된 간 섬유화와 관련이 있어, Kasai portoenterostomy 이전부터 보이고(31, 32), 수술 이후에도 지속적으로 보이게 된다(Fig. 10). Advanced MRI에서 apparent diffusion coefficient value가 pediatric end-stage liver disease model score (29), METAVIR fibrosis score (33)와 역 상관관계를 갖는다는 연구들도 있으나 임상에서 아직 널리 사용되지는 않으며 더 많은 연구가 필요하다. Kasai portoenterostomy 이후 간 섬유화 및 간경화 예측에 자기 공명 탄성도 검사(magnetic resonance elastography)가 활용 가능하다는 보고가 있으나 아직까지 널리 시행되고 있지 않으며(34), 앞으로 더 많은 연구들을 통해 conventional MRI에 접목하여 간섬유화에 대한 정보를 함께 평가할 수 있을 것으로 기대된다.

Hepatic Tumors

Kasai portoenterostomy 이후 자연간으로 생존한 환자의 약 8%까지 다양한 간 종양이 생길 수 있으며, focal nodular hyperplasia (이하 FNH), regenerative nodule, adenoma 등의 양성 종양이 더 흔하다(35). 간 섬유화와 동반되어 hepatocellular carcinoma (이하 HCC), hepatoblastoma, cholangiocarcinoma 등의 악성 종양이 드물게 생긴다(4, 35). Kasai portoenterostomy 이후 자연간에서 생기는 FNH는 간 질환에 의한 혈류 변화로 국소적 과증식 반응 때문에 발생할 것

으로 추측되며, 간 피막하에서 불거지는 양상을 보이며 중심 반흔이 보이지 않는 경향이 있다(35, 36). FNH은 초음파에서 등에코 또는 고에코를 보이고, dynamic CT나 MRI에서는 동맥기에 고음영 및 고신호를 보이고, 문맥기와 지연기에는 등음영 및 등신호강도를 보이는 경우가 많으며, 저음영 및 저신호강도로 보일 수도 있다(35, 36). Regenerative nodule은 0.6 cm에서 13 cm까지 다양한 크기로 보고 되었으며(35), 조영증강 CT 혹은 MRI에서 조영증강되지 않고, T2 강조영상에서 저신호강도를 보이고, 종괴 내부로 정상적으로 주행하는 문맥이 보이는 점이 HCC와 구분하는 데 도움 될 수 있다(Fig. 11) (37). 그러나 일부에서 동맥기나 문맥기에 조영증강이 보이는 경우가 있어서 HCC와 감별이 어려운 경우 조직 검사가 필요할 수 있다(35, 37). 소아 HCC가 일반적으로 10-14세에 발생하는 것에 반하여, 담도폐쇄증에서 발생하는 HCC는 1세 미만의 영아에서 발견되는 경우도 드물지 않다(35, 38). 자연간에서 발생한 HCC의 영상 소견은 만성 간질환이 있는 성인에서 발생한 HCC의 영상 소견과 유사하며, dynamic MRI에서 동맥기에 조영증강을 보이고 문맥기와 지연기에 주변 간조직보다 낮은 신호강도를 보이며(wash-out), 간담도기 영상에서 저신호강도를 보인다(35, 39). 지연기에 피막의 조영증강이나 종양 내 지방 변성, 출혈도 보일 수 있다(39). 담관간경화가 있는 담도폐쇄증 환자에서 간 종양의 조기 발견을 위해 정기적 혈청 alpha-fetoprotein과 간 초음파 검사가 권장된다(4, 38).

Liver Transplantation

Indication and Surgical Technique

Kasai portoenterostomy 후에 3개월이 지나도 담즙 배출이 되지 않으면서 총 빌리루빈 수치가 6 mg/dL 보다 높거나(early failed Kasai portoenterostomy), 조절되지 않는 간경화나 문맥 고혈압에 의한 합병증, 난치성 담도염, 성장 장애 혹은 영양 장애 등이 발생할 경우 간이식을 고려해야 한다. 또한, 담도폐쇄증이 진단이 늦어져 내원 당시 악화된 간질환일 경우 일차적 간이식이 고려된다(40-42).

간이식은 생체간이식과 뇌사자 간이식 방법이 있고, 소아 뇌사 공여자가 드물기 때문에 성인 공여자로부터 적절한 크기의 부분 간이식술이 필요하다. 우리나라에서 시행되는 소아 간이식의 80% 이상이 생체 간이식으로 이루어진다(43). 고전적인 분할 간이식(split-liver grafting)은 성인 뇌사 공여자로부터 간원인대를 기준으로 좌외구역(제2, 3구역)을 이식받는 것으로 좌간정맥, 좌간문맥, 좌간동맥과 복강동맥, 좌간담도가 이식편에 포함된다(44). 생체 부분 간이식(living-related donor liver transplantation)은 부모 등의 혈연관계의 공여자에게서 좌외구역(제2, 3구역)을 이식받는 것으로 좌간정맥, 좌간문맥, 좌간동맥과 좌간담도가 이식편에 포함된다.

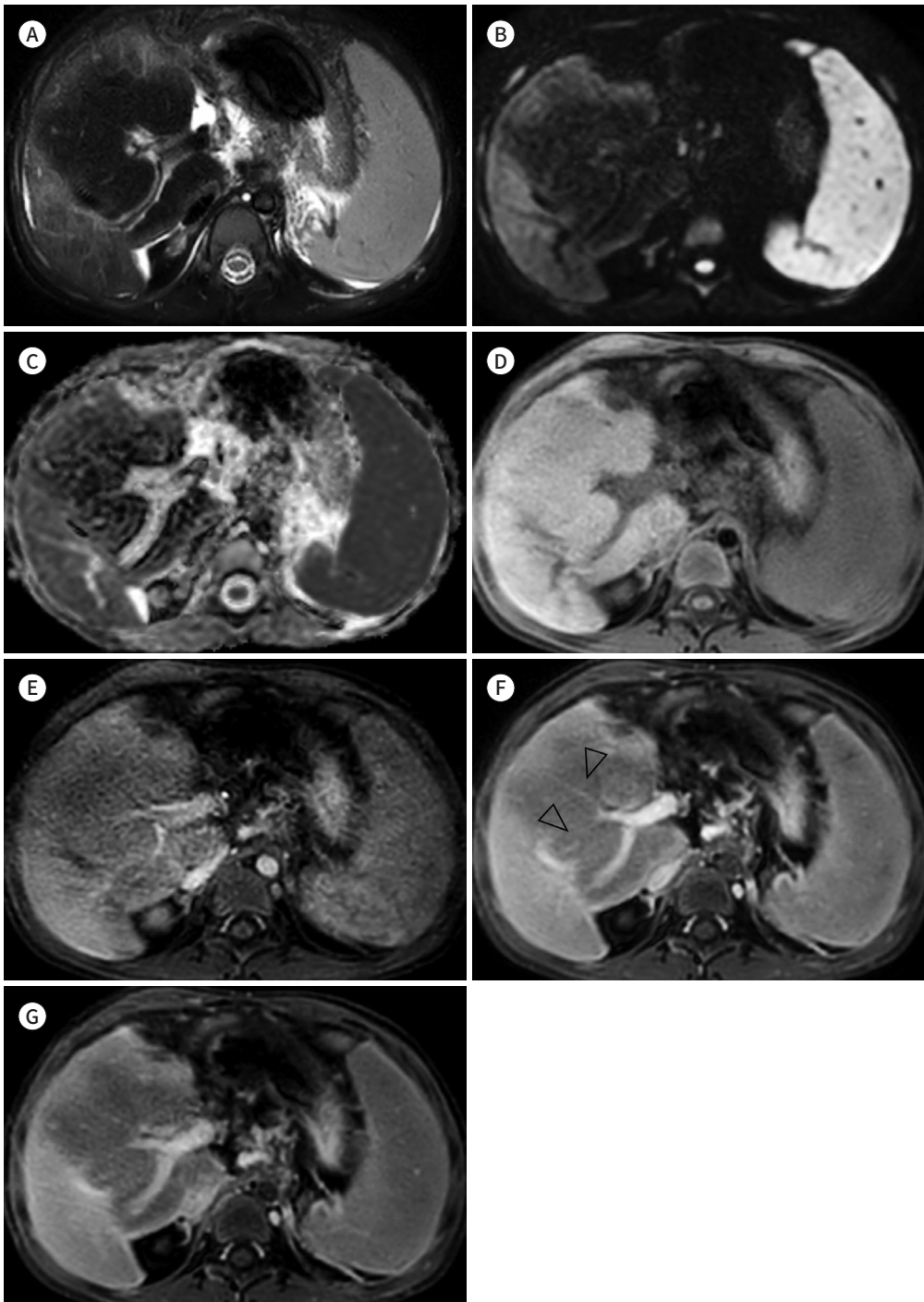
이식편의 좌간정맥은 triangulation technique을 이용하여 수혜자의 간정맥의 개구부를 하대정맥에 연장하여 단일공(single opening)으로 크게 열고 단측(end-to-side) 문합을 한다(44-46). 이식편의 좌간문맥은 수혜자의 주문맥이나 간문맥의 분지부 패치를 이용하여 단단(end-to-end) 문합을 한다. 이식편의 좌간동맥은 주로 미세현미경 하에서 수혜자의 고유간동맥에 단단문합을 한다. 담도재건은 환자의 작은 담도 크기와 기저 간질환으로 인하여 Roux-en-Y hepaticojejunos-

Fig. 11. Giant regenerative nodule in a 4-year-old girl who underwent a Kasai portoenterostomy.

A. A T2-weighted MR image with fat suppression shows a hypointense mass-like lesion in the right hepatic lobe.

B, C. Diffusion-weighted images and an apparent diffusion coefficient map show no restricted diffusion in the mass-like lesion in the right hepatic lobe.

D-G. On dynamic contrast-enhanced magnetic resonance images, the mass-like lesion shows isointensity in the unenhanced T1-weighted image (**D**), as well as hypoenhancement, when compared to the liver in the arterial (**E**), portal (**F**), and delayed (**G**) phases, while the splayed portal veins are shown within the mass (arrow-heads); the lesion was proven to be a giant regenerative nodule on the explanted liver specimen.



tomy가 선호된다.

Preoperative Imaging Evaluation

생체 간이식 공여자는 영상 검사를 통해 간이식에 금기가 될 수 있는 지방간, 국소 간 병변, 좌외 구역의 부피, 혈관 및 담도계의 변이 여부를 확인한다. 이식편의 크기가 수혜자에 비해 너무 큰 경우 복벽 봉합이 어려울 수 있고, 반대로 너무 작은 경우에는 “small-for-size” syndrome을 일으켜서 이식편의 기능장애나 간 부전의 원인이 될 수 있다(45, 47). 이식편 무게 대 수혜자 체중비(graft versus recipient weight ratio)는 0.8%–3.5%이 적절하며 공여자의 잔여 간 부피는 30% 이상인 남는 것이 적절하다(45, 46). 수여자는 복강 동맥, 간문맥, 간정맥, 및 하대정맥의 개통성과 변이 여부, 문맥 전신성 측부 순환 혈관, 간담도의 해부학적인 구조를 확인한다(45). 다른 간이식 환자와 달리 담도폐쇄증의 경우 Kasai portoenterostomy, 반복된 담도염, 진행된 만성 간질환 때문에 간문맥의 협착이 동반될 수 있고, 이 경우 이식편의 간문맥과 문합을 위해 환아 문맥의 추가적인 dissection이나 interposition vein graft가 필요할 수 있기 때문에 hypoplasia (주 문맥 직경 < 4 mm) 여부를 확인해 주는 것이 중요하다(Figs. 6B, 7) (12, 48, 49).

Complications after Liver Transplantation

간이식 이후 발생할 수 있는 합병증들은 Table 2와 같다. 담도폐쇄증으로 간이식을 시행 받은 경우 다른 질환과 마찬가지로 혈관 문합 부위의 혈전이나 협착, 담도 협착 등이 발생할 수 있다 (50). 도플러 초음파는 소아 간이식 후 합병증을 조기에 확인하는 데 일차적 검사방법으로 간 실질

Table 2. Complications of Biliary Atresia after Liver Transplantation

Diagnosis	Imaging Features
Hepatic artery stenosis and thrombus	Anastomosis being the most frequent site of stenosis Associated with two other main complications: acute hepatic necrosis (early) and biliary ischemia (late) Color Doppler US: absence of flow in the hepatic artery and intrahepatic branches, intrahepatic tardus parvus waveform, low resistive index (< 0.5), long systolic acceleration time (> 0.08 seconds) CT can provide anatomic details (site and extent) of stenosis
Portal vein stenosis	Color Doppler US: > three-to-fourfold increase in velocity at the stenosis site relative to the prestenotic segment CT can provide anatomic details (site and extent) of stenosis
Inferior vena cava and hepatic venous stenosis	Anastomosis being the most frequent site of stenosis Color Doppler US: monophasic flow, increase in peak systolic velocity (> three to fourfold increase relative to the prestenotic segment) with turbulent flow CT can provide anatomic details (site and extent) of stenosis Hepatomegaly and ascites
Biliary stricture	Dilated intrahepatic duct on US, CT, or MR cholangiopancreatography Anastomosis being the most frequent site of stenosis Nonanastomotic, intrahepatic strictures suggest ischemia due to hepatic artery complications
Posttransplant lymphoproliferative disorder	Nodal enlargement or involve any abdominal organ, especially the adrenal glands, kidneys, bowel, and liver May occur in extra-abdominal involvement such as central nervous system

에코의 변화, 간 주변의 액체 저류, 간담도 확장, 혈관 문합 부위의 혈류를 파악한다(45). 간동맥 협착은 보통 문합 부위에서 발생하며 초기에는 이식편의 괴사, 후기에 발생한 경우에는 담도계 합병증으로 나타날 수 있다(44). 간동맥 협착 또는 혈전이 발생한 경우 도플러 검사에서 간동맥에 혈류가 보이지 않거나, 문합 부위 이후 간동맥에서 저항 지수가 0.5 미만으로 낮아지면서 수축 가속기가 0.08초 이상으로 증가하는 tardus parvus 파형을 보인다(Fig. 12) (45). 간문맥 협착은 도플러 초음파에서 협착 부위 전후로 혈류 속도가 3-4배 이상 증가하는 경우 진단할 수 있으며 좁아진 혈관 내부에 에코가 높은 혈전을 확인할 수 있다(Fig. 13) (45). 간정맥의 협착 또는 혈전은 문합 부위에서 가장 흔하며, 정상적인 multiphasic waveform이 소실되고 monophasic waveform을 보일 때 의심할 수 있다. 좁아진 부위 전후로 수축기 최고 혈류속도가 3-4배 이상 증가하거나, 좁아진 혈관 내부에 혈전을 보이기도 한다(45). 또한 간의 울혈성 비대 소견과 복수나 흉수가 발생할 수 있다(45). 혈관 합병증이 발생한 경우 조영증강 CT를 추가로 시행하여 협착 부위의 정확한 위치와

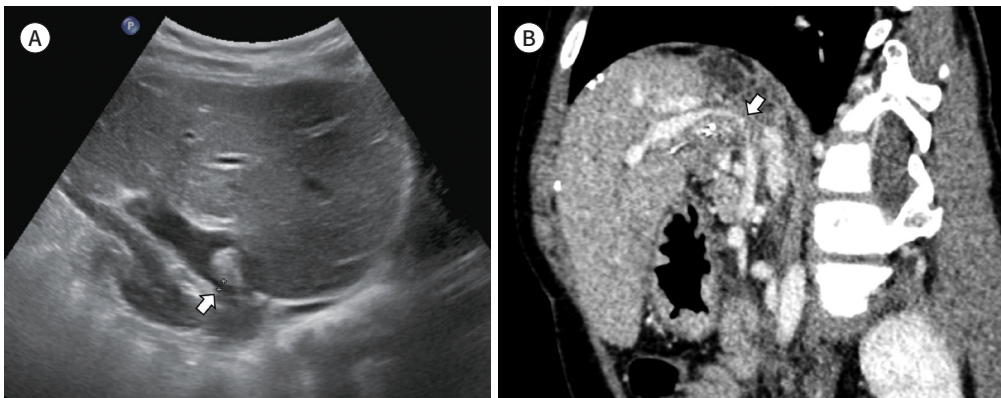
Fig. 12. Hepatic artery thrombosis in a 10-months-old boy who underwent liver transplantation for biliary atresia.

- A.** A color Doppler US image shows absence of flow in the intrahepatic branches of the hepatic artery.
- B.** An oblique coronal maximum intensity projection of CT angiography shows the abrupt amputation of the hepatic artery (arrow), due to thrombosis. Immediate intraoperative thrombectomy was performed.
- C.** A follow-up color Doppler US image shows the tardus et parvus pattern in the intrahepatic branch of the hepatic artery with a decreased resistance index (0.37) and a delayed systolic acceleration time (0.128 seconds), suggesting persistent stenosis in the hepatic artery.



Fig. 13. Portal vein stenosis in a 5-year-girl who underwent a redo cadaver liver transplantation for biliary atresia.

- A.** An US image shows luminal narrowing of the portal vein at the anastomosis (arrow) with a portal venous flow velocity accelerated more than 4-fold through the stenotic segment (not shown).
- B.** A multiplanar reconstructed CT image shows stenosis (arrow) of the portal vein at the anastomosis.



범위를 파악하고 필요시 풍선 확장술이나 스텐트 삽입술을 시행한다(Fig. 14) (49). 영상 검사에서 확장된 간내 담관이 보이면 문합부 담도 협착을 의심해야 하며 MR cholangiography가 진단에 도움을 줄 수 있다(44, 45, 49). 문합부 이외의 간내 담도 확장이 보이는 경우 간동맥 합병증에 의한 허혈로 생기는 경우가 가장 흔하므로 간동맥의 협착이나 혈전을 확인해야 한다(45). 간이식 후 드물게 이식 후 림프 증식 질환(posttransplant lymphoproliferative disorder; 이하 PTLD)이 발생하며 성인보다 소아에서 더 흔하다(Fig. 15) (50, 51). 장기 이식 후 면역이 저하된 상태에서 Epstein-barr virus의 감염과 관련하여 림프구의 과도한 증식으로 인해 발생한다. 간이식 후 PTLD가 발생할 경우 림프절이나, 부신, 신장, 장, 간 등 다양한 복부 기관 및 중추 신경계 등의 복부 외 장기를 침범할 수 있다(45).

결론

Kasai portoenterostomy의 보편화와 간이식 술기의 발달로 담도폐쇄증의 예후는 매우 향상되

Fig. 14. Hepatic outflow obstruction in a 2-year-old boy who underwent liver transplant for biliary atresia.

- A. A color Doppler US image demonstrates monophasic and decreased flow in the hepatic vein (flow velocity of 9.25 cm/s).
- B. A contrast-enhanced CT image shows hepatic congestion without enhancement of the hepatic vein.
- C. The left hepatic venogram confirms complete occlusion (arrow) of the hepatic vein outflow and an engorged hepatic vein.
- D. During balloon angioplasty of a 2-year-old boy who had undergone liver transplant for biliary atresia, the visible waist on the balloon indicates hepatic vein stenosis.
- E. A color Doppler US image obtained after the balloon angioplasty shows normal biphasic flow in the hepatic vein.

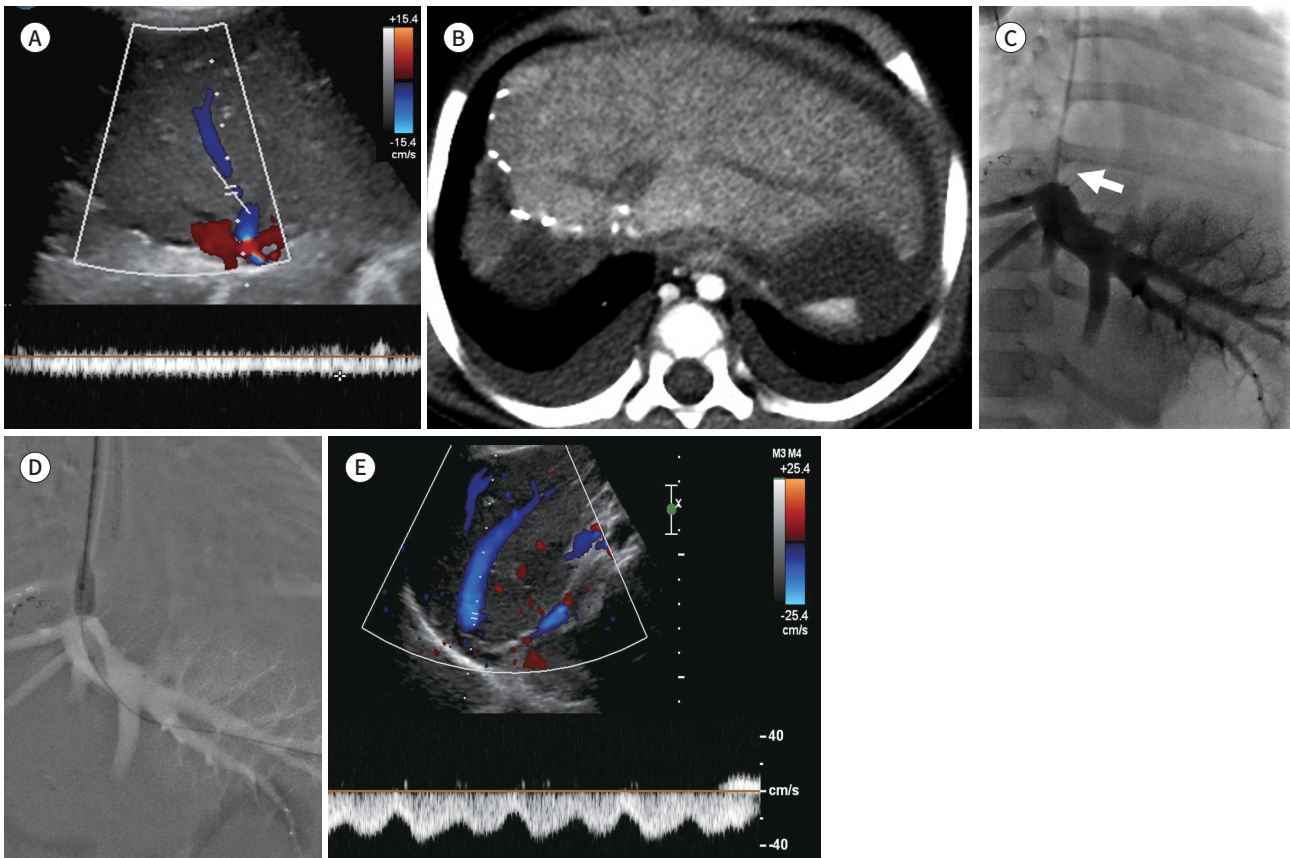
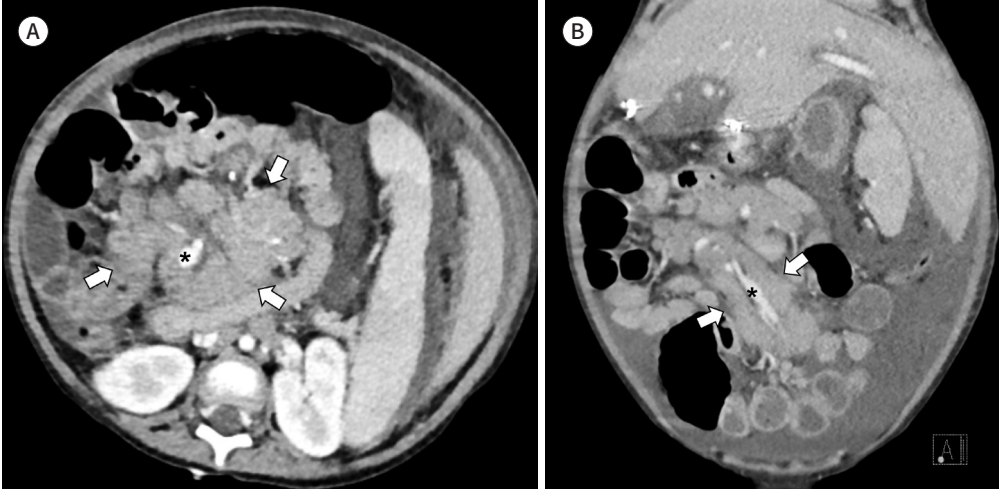


Fig. 15. A 1-year-old girl presenting with fever and an elevated Epstein-Barr virus serum titer.

A, B. Contrast-enhanced CT images show conglomeration of enlarged lymph nodes (arrows) along the superior mesenteric vein (asterisks) in the mesentery and hepatomegaly. Posttransplant lymphoproliferative disorder was confirmed by lymph node and liver biopsy.



었다. Kasai portoenterostomy 후 합병증의 확인 및 장기 생존 환자의 추적 검사로 초음파 검사가 매우 유용하며, 필요한 경우 CT와 MRI를 통해 다양한 영상 진단을 할 수 있다. 영상 검사에서는 담도염에서 동반된 intrahepatic biliary cysts를 확인할 수 있고, 간경화 및 문맥 고혈압에 의한 간의 형태학적 변화와 위 식도 정맥류, 비장비대, 복수 등 합병증을 확인할 수 있으며, 드물게 발생하는 양성 및 악성 간 종양을 발견할 수 있다. 담도폐쇄증의 진단이 늦어진 경우나 Kasai portoenterostomy 후 조절되지 않는 합병증이 있는 경우 간이식이 필요할 수 있으며, 영상 검사를 통하여 공여자 및 수여자 간의 간이식의 금기 및 간의 부피, 혈관 및 담도계의 변이 여부를 확인하는 것이 이식 후 합병증을 예방하기 위해 중요하다. 간이식 후에는 도플러 초음파 검사가 이식 후 합병증을 조기에 확인하는 데 일차적 검사방법으로 널리 활용되고 있다. 영상의학과 의사는 Kasai portoenterostomy와 간이식의 기본 술기에 대해 인지하고, 수술 후 발생할 수 있는 합병증을 확인하기 위한 여러 영상 기법들의 역할과 영상 소견에 대해 잘 숙지하여, 담도폐쇄증 환자의 수술 후 합병증 진단 및 임상적 치료 결정에 도움을 줄 수 있다.

Author Contributions

Conceptualization, Y.H.M., H.J.; data curation, Y.H.M., H.J., K.P.H.; investigation, H.J.; project administration, Y.H.M.; resources, K.P.H., N.J.; O.S.H., J.A.Y., L.J.S., C.Y.A.; supervision, J.A.Y., L.J.S., C.Y.A.; writing—original draft, H.J.; and writing—review & editing, Y.H.M., K.P.H., N.J., O.S.H., J.A.Y., L.J.S., C.Y.A.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Funding

None

REFERENCES

1. Garcia AV, Cowles RA, Kato T, Hardy MA. Morio Kasai: a remarkable impact beyond the Kasai procedure. *J Pediatr Surg* 2012;47:1023-1027
2. Sokol RJ, Mack C, Narkewicz MR, Karrer FM. Pathogenesis and outcome of biliary atresia: current concepts. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003;37:4-21
3. Cazares J, Ure B, Yamataka A. *Biliary atresia*. In Holcomb G, Murphy JP, Peter SS, eds. *Ashcraft's pediatric surgery*, 7th ed. New York: Elsevier 2020:679-694
4. Wildhaber BE. Biliary atresia: 50 years after the first Kasai. *ISRN Surg* 2012;2012:132089
5. Bondoc AJ, Taylor JA, Alonso MH, Nathan JD, Wang Y, Balistreri WF, et al. The beneficial impact of revision of Kasai portoenterostomy for biliary atresia: an institutional study. *Ann Surg* 2012;255:570-576
6. Calinescu AM, Madadi-Sanjani O, Mack C, Schreiber RA, Superina R, Kelly D, et al. Cholangitis definition and treatment after Kasai hepatportoenterostomy for biliary atresia: a Delphi process and international expert panel. *J Clin Med* 2022;11:494
7. Ando H, Inomata Y, Iwanaka T, Kuroda T, Nio M, Matsui A, et al. Clinical practice guidelines for biliary atresia in Japan: a secondary publication of the abbreviated version translated into English. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2021;28:55-61
8. Wildhaber BE, Coran AG, Drongowski RA, Hirschl RB, Geiger JD, Lelli JL, et al. The Kasai portoenterostomy for biliary atresia: a review of a 27-year experience with 81 patients. *J Pediatr Surg* 2003;38:1480-1485
9. Lünzmann K, Schweizer P. The influence of cholangitis on the prognosis of extrahepatic biliary atresia. *Eur J Pediatr Surg* 1999;9:19-23
10. Wu ET, Chen HL, Ni YH, Lee PI, Hsu HY, Lai HS, et al. Bacterial cholangitis in patients with biliary atresia: impact on short-term outcome. *Pediatr Surg Int* 2001;17:390-395
11. Sáez J, Almeida J, Gana JC, Vuletin JF, Pattillo JC. Follow up for a cohort of patients with biliary atresia: late surgery and development of biliary cysts. *Rev Chil Pediatr* 2017;88:629-634
12. Caruso S, Miraglia R, Milazzo M, Maruzzelli L, Pasta A, Spada M, et al. Multidetector computed tomography hepatic findings in children with end-stage biliary atresia. *Eur Radiol* 2010;20:1468-1475
13. Tainaka T, Kaneko K, Nakamura S, Ono Y, Sumida W, Ando H. Histological assessment of bile lake formation after hepatic portoenterostomy for biliary atresia. *Pediatr Surg Int* 2008;24:265-269
14. Miraglia R, Caruso S, Maruzzelli L, Spada M, Riva S, Sciveres M, et al. MDCT, MR and interventional radiology in biliary atresia candidates for liver transplantation. *World J Radiol* 2011;3:215-223
15. Ulu EM, Dönmez FY, Haberal N, Durukan E, Oztürk A, Bayrak A, et al. MDCT of biliary cysts in children with biliary atresia: clinical associations and pathologic correlations. *Diagn Interv Radiol* 2009;15:200-206
16. Yamanaka J, Iimuro Y, Hirano T, Kosaka H, Fujimoto J. Successful liver resection for biliary atresia with intrahepatic biliary cysts after Kasai procedure. *J Pediatr Surg* 2005;40:E9-E11
17. Ginström DA, Hukkinen M, Kivisaari R, Pakarinen MP. Biliary atresia-associated cholangitis: the central role and effective management of bile lakes. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2019;68:488-494
18. Kumagi T, Drenth JP, Guttman O, Ng V, Lilly L, Therapondos G, et al. Biliary atresia and survival into adulthood without transplantation: a collaborative multicentre clinic review. *Liver Int* 2012;32:510-518
19. Tainaka T, Kaneko K, Seo T, Ono Y, Sumida W, Ando H. Intrahepatic cystic lesions after hepatic portoenterostomy for biliary atresia with bile lake and dilated bile ducts. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:104-107
20. Jeon TY, Yoo SY, Kim JH, Eo H, Lee SK. Serial ultrasound findings associated with early liver transplantation after Kasai portoenterostomy in biliary atresia. *Clin Radiol* 2013;68:588-594
21. Lykavieris P, Chardot C, Sokhn M, Gauthier F, Valayer J, Bernard O. Outcome in adulthood of biliary atresia: a study of 63 patients who survived for over 20 years with their native liver. *Hepatology* 2005;41:366-371
22. Altman RP, Chandra R, Lilly JR. Ongoing cirrhosis after successful porticoenterostomy in infants with biliary atresia. *J Pediatr Surg* 1975;10:685-691
23. Miga D, Sokol RJ, Mackenzie T, Narkewicz MR, Smith D, Karrer FM. Survival after first esophageal variceal hemorrhage in patients with biliary atresia. *J Pediatr* 2001;139:291-296
24. Hwang J, Yoon HM, Kim KM, Oh SH, Namgoong JM, Kim DY, et al. Assessment of native liver fibrosis using ultrasound elastography and serological fibrosis indices in children with biliary atresia after the Kasai procedure. *Acta Radiol* 2021;62:1088-1096
25. Caruso M, Cuocolo R, Di Dato F, Mollica C, Vallone G, Romeo V, et al. Ultrasound, shear-wave elastography,

- and magnetic resonance imaging in native liver survivor patients with biliary atresia after Kasai portoenterostomy: correlation with medical outcome after treatment. *Acta Radiol* 2020;61:1300-1308
26. Caruso M, Di Dato F, Mollica C, Vallone G, Romeo V, Liuzzi R, et al. Imaging prediction with ultrasound and MRI of long-term medical outcome in native liver survivor patients with biliary atresia after Kasai portoenterostomy: a pilot study. *Abdom Radiol (NY)* 2021;46:2595-2603
 27. Pariente D, Franchi-Abella S. Paediatric chronic liver diseases: how to investigate and follow up? Role of imaging in the diagnosis of fibrosis. *Pediatr Radiol* 2010;40:906-919
 28. Hahn SM, Kim S, Park KI, Han SJ, Koh H. Clinical benefit of liver stiffness measurement at 3 months after Kasai hepatopuertoenterostomy to predict the liver related events in biliary atresia. *PLoS One* 2013;8:e80652
 29. Takahashi A, Hatakeyama SI, Kuroiwa M, Suzuki N, Toki F, Suzuki M, et al. Time-course changes in the liver of biliary atresia patients on magnetic resonance imaging. *Pediatr Int* 2009;51:66-70
 30. Avni FE, Segers V, De Maertelaer V, Cadranet S, Dassonville M, Delaet MH, et al. The evaluation by magnetic resonance imaging of hepatic periportal fibrosis in infants with neonatal cholestasis: preliminary report. *J Pediatr Surg* 2002;37:1128-1133
 31. Kim MJ, Park YN, Han SJ, Yoon CS, Yoo HS, Hwang EH, et al. Biliary atresia in neonates and infants: triangular area of high signal intensity in the porta hepatis at T2-weighted MR cholangiography with US and histopathologic correlation. *Radiology* 2000;215:395-401
 32. Lee MH, Shin HJ, Yoon H, Han SJ, Koh H, Lee MJ. Periportal thickening on magnetic resonance imaging for hepatic fibrosis in infantile cholestasis. *World J Gastroenterol* 2020;26:2821-2830
 33. Peng SS, Jeng YM, Hsu WM, Yang JC, Ho MC. Hepatic ADC map as an adjunct to conventional abdominal MRI to evaluate hepatic fibrotic and clinical cirrhotic severity in biliary atresia patients. *Eur Radiol* 2015;25:2992-3002
 34. Kim JK, Yoon H, Lee MJ, Kim MJ, Han K, Koh H, et al. Feasibility of spin-echo echo-planar imaging MR elastography in livers of children and young adults. *Investig Magn Reson Imaging* 2019;23:251-258
 35. Yoon HJ, Jeon TY, Yoo SY, Kim JH, Eo H, Lee SK, et al. Hepatic tumours in children with biliary atresia: single-centre experience in 13 cases and review of the literature. *Clin Radiol* 2014;69:e113-e119
 36. Cha DI, Yoo SY, Kim JH, Jeon TY, Eo H. Clinical and imaging features of focal nodular hyperplasia in children. *AJR Am J Roentgenol* 2014;202:960-965
 37. Liang JL, Cheng YF, Concejero AM, Huang TL, Chen TY, Tsang LL, et al. Macro-regenerative nodules in biliary atresia: CT/MRI findings and their pathological relations. *World J Gastroenterol* 2008;14:4529-4534
 38. Hadžić N, Quaglia A, Portmann B, Paramalingam S, Heaton ND, Rela M, et al. Hepatocellular carcinoma in biliary atresia: King's College Hospital experience. *J Pediatr* 2011;159:617-622.e1
 39. Hol L, van den Bos IC, Hussain SM, Zondervan PE, de Man RA. Hepatocellular carcinoma complicating biliary atresia after Kasai portoenterostomy. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2008;20:227-231
 40. Sundaram SS, Mack CL, Feldman AG, Sokol RJ. Biliary atresia: indications and timing of liver transplantation and optimization of pretransplant care. *Liver Transpl* 2017;23:96-109
 41. Squires RH, Ng V, Romero R, Ekong U, Hardikar W, Emre S, et al. Evaluation of the pediatric patient for liver transplantation: 2014 practice guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American Society of Transplantation and the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. *Hepatology* 2014;60:362-398
 42. Kim KM. Liver transplantation in children. *J Korean Pediatr Soc* 2003;46:736-741
 43. Kim JM, Kim KM, Yi NJ, Choe YH, Kim MS, Suh KS, et al. Pediatric liver transplantation outcomes in Korea. *J Korean Med Sci* 2013;28:42-47
 44. Spada M, Riva S, Maggiore G, Cintonino D, Gridelli B. Pediatric liver transplantation. *World J Gastroenterol* 2009;15:648-674
 45. Horvat N, Marcelino ASZ, Horvat JV, Yamanari TR, Batista Araújo-Filho JA, Panizza P, et al. Pediatric liver transplant: techniques and complications. *Radiographics* 2017;37:1612-1631
 46. Yi NJ, Lee KW, Suh KS, Lee KU, Kim ST. Transplantation techniques unique in pediatric liver transplantation. *J Korean Soc Transplant* 2011;25:155-164
 47. Low G, Wiebe E, Walji AH, Bigam DL. Imaging evaluation of potential donors in living-donor liver transplantation. *Clin Radiol* 2008;63:136-145
 48. Kanazawa H, Sakamoto S, Fukuda A, Shigeta T, Loh DL, Kakiuchi T, et al. Portal vein reconstruction in pediatric living donor liver transplantation for patients younger than 1 year with biliary atresia. *J Pediatr Surg*

2012;47:523-527

49. Choi SH, Goo HW, Yoon CH. Multi-slice spiral CT of living-related liver transplantation in children: pictorial essay. *Korean J Radiol* 2004;5:199-209
50. Fouquet V, Alves A, Branchereau S, Grabar S, Debray D, Jacquemin E, et al. Long-term outcome of pediatric liver transplantation for biliary atresia: a 10-year follow-up in a single center. *Liver Transpl* 2005;11:152-160
51. Åberg F, Isoniemi H, Pukkala E, Jalanko H, Rasmussen A, Storm HH, et al. Cancer after liver transplantation in children and young adults: a population-based study from 4 Nordic countries. *Liver Transpl* 2018;24:1252-1259

담도폐쇄증의 수술 후 영상 소견

황지선¹ · 윤희망^{2*} · 김평화² · 남궁정만³ · 오석희⁴ · 정아영² · 이진성² · 조영아²

신생아 황달의 주요 원인인 담도폐쇄증은 Kasai portoenterostomy가 기본적인 치료 술식이 다. 수술 이후 다양한 합병증이 발생할 수 있는데 portoenterostomy를 통해 발생하는 상행성 담도염이 가장 흔하다. 성공적인 Kasai portoenterostomy 후에도 간 섬유화가 진행할 수 있어 이로 인한 간경화, 문맥 고혈압으로 인한 합병증이 많은 경우에서 발생하게 된다. 합병증이 조절되지 않거나 진행성 고빌리루빈혈증이 있는 경우 간이식을 시행하게 된다. Kasai portoenterostomy 이후 합병증 확인 및 장기 생존 환자의 추적 검사로 다양한 영상 진단이 주요 역할을 하고 있다. 또한 간이식이 필요한 경우 이식 전후로 공여자 및 수혜자 모두에서 수술 금기 확인 및 합병증 조기 발견을 위해 영상 검사들이 중요한 역할을 한다. 초음파 검사가 추적 관찰에 가장 먼저 사용되는 유용한 검사이며 추가적으로 CT 및 MRI를 통해 진단에 도움을 받을 수 있다.

¹한림대학교 의과대학 동탄성심병원 영상의학과,

²울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과,

³울산대학교 의과대학 서울아산병원 어린이병원 ³소아외과, ⁴소아청소년과