



'Triangular Cord' Sign in Biliary Atresia

담도폐쇄증에서 'Triangular Cord' Sign

Hee Jung Lee, MD* , Mu Sook Lee, MD , Jin Young Kim, MD

Department of Radiology, Keimyung University Dongsan Hospital, Daegu, Korea

ORCID iDs

Hee Jung Lee <https://orcid.org/0000-0001-7825-9475>Mu Sook Lee <https://orcid.org/0000-0002-0382-5564>Jin Young Kim <https://orcid.org/0000-0001-6714-8358>

Biliary atresia is an unknown etiology of extrahepatic bile duct obstruction with a 'fibrous ductal remnant,' which represents the obliterated ductal remnant in the porta hepatis. The sonographic 'triangular cord' (TC) sign has been reported to indicate a fibrous ductal remnant in the porta hepatis. In this review, we discuss the correlations among surgicopathological and sonographic findings of the porta hepatis and the definition, objective criteria, diagnostic accuracy, and differential diagnosis of the TC sign in biliary atresia.

Index terms Biliary Atresia; Neonatal Jaundice; Cholestatic Jaundice; Hepatic Portoenterostomy

서론

담도폐쇄증은 지금까지도 원인은 규명되지 않았으나, 간의 담도가 섬유화되어 막히는 형태학적인 변화를 초래하는 질환으로 간에서 생성된 담즙이 간의 담도로 배출되지 못하여 시간이 지나면 간실질 손상을 초래하게 되는 질환이다(1, 2). 따라서 간실질 손상이 초래되기 전 되도록 빠른 시기에 Kasai portoenterostomy로 간내 담즙의 정체를 해소시켜주는 것이 중요한 일차 치료가 된다고 할 수 있다. 진단이 지체되면 담즙성 간경화로 진행되어 Kasai portoenterostomy의 시기를 놓치게 되어 영유아기에 간이식을 시행해야 하므로 조기에 정확한 진단을 내려 수술을 받도록 해주는 것이 영상 검사의 핵심이라고 할 수 있다.

초음파 검사는 신생아 황달의 감별 진단에 신속하고 손쉽게 실시간으로 검사를 실시할 수 있으므로 가장 유용한 선별검사로 알려져 있다. 담도폐쇄증의 여러 초음파 소견으로는 비정상적인 담낭, triangular cord (이하 TC) sign, 간동맥 비대, 간실질 변화 등의 간담도 이상 소견과, 다비증이나 무비증, 내장역위증, 장 회전 이상, 십이지장 전방문맥, 심장이나 신장 기형 등이 동반될 수 있

Received June 3, 2022
Revised August 5, 2022
Accepted September 11, 2022

*Corresponding author

Hee Jung Lee, MD
Department of Radiology,
Keimyung University
Dongsan Hospital,
1035 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu,
Daegu 42601, Korea.

Tel 82-53-258-4151

Fax 82-53-258-4153

E-mail hjlee@dsmc.or.kr

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.

다(3-7). 이들 소견 중 TC sign은 간문부에 남아있는 섬유성 담도잔여물(fibrous ductal remnant)을 영상화하는 소견으로(4), 담도잔여물의 다양한 형태학적인 소견들을 먼저 이해하는 것이 중요하다 하겠다. 본 종설에서는 간문부의 형태학적 변화와 수술 소견들을 초음파 소견과 비교하고, TC sign의 정의와 객관적인 진단기준, 진단의 정확도 및 감별 진단 등에 대하여 기술하고자 한다.

본론

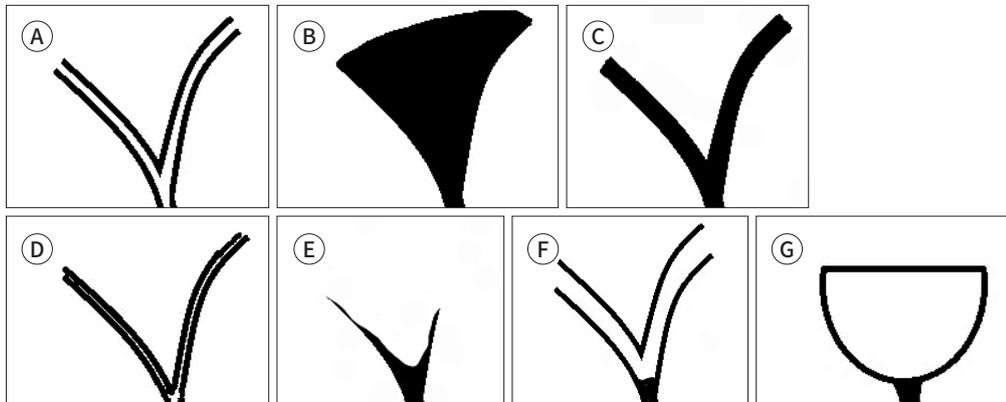
담도폐쇄증의 형태학적 변화와 수술 소견의 비교

담도폐쇄증의 형태학적 변화는 폐쇄 정도와 간문부에 남아있는 담도잔여물의 다양한 형태로 구분할 수 있다. 먼저 폐쇄 정도에 따른 분류는 크게, 총담관만 막힌 경우, 총간관만 막힌 경우, 간의 담도 전체가 막힌 경우 등이 있을 수 있다. 이 중 담낭을 비롯한 전체 간의 담도가 막힌 경우가 90% 이상으로 가장 흔하다고 보고되어 있다(8). 폐쇄 정도와 부위는 수술 전에는 MR 담관조영술로 예측할 수 있고, 확인은 수술 시 담낭을 통한 담관조영술로 내강의 개통 범위를 확인할 수 있다. 담낭은 내강이 열려 있더라도 백색 담즙으로 차있으며, 간내 담관에서 빠져나오지 못하는 담즙 정체로 정도에 따른 간실질과 표면의 변화도 육안적으로 관찰된다.

간문부에 남아있는 담도잔여물은 약 6가지 형태로 나누어진다고 보고되어 있다(9). 삼각형 깔때기 모양의 섬유조직(fibrous cord, 67%), 끈 모양(fibrous 15%), 매우 가늘어진 경우(hypoplastic 4%), 형태가 없는 경우(aplastic, 6%), 원위부 담도는 막히고 근위부 간의 담도가 늘어난 경우(dilated, 5%), 낭을 형성하는 경우(bile lake, 3%) 등으로 구분된다(Fig. 1). Ohi 등(9)은 이 중 삼각형 깔때기 모양의 섬유조직이 67%로 가장 흔하다고 보고 하였는데, 보고에 따라 90%까지 다양할 수 있다(10). 간문부 담도잔여물의 형태학적인 빈도에 대한 보고는 드물고 이에 대한 연구는 앞으로

Fig. 1. Types of ductal remnants in the porta hepatis with patent (white) and obliterated (black) lumens.

- A. Normal porta hepatis (patent common hepatic and both intrahepatic ducts).
- B. Triangular fibrous mass.
- C. Fibrous (band-like obliterated common hepatic and both intrahepatic ducts) remnant.
- D. Hypoplastic (patent but thin common hepatic and both intrahepatic ducts) remnant.
- E. Aplastic (absent common hepatic and both intrahepatic ducts) remnant.
- F. Dilated (patent but dilated common hepatic and both intrahepatic ducts) remnant.
- G. Bile lake (cystic common hepatic duct).



더 필요할 것으로 생각된다.

Kasai portoenterostomy는 폐쇄 위치에 관계없이 간의 담도를 모두 제거하고 간문부에 드러나는 간내 담도의 개구들을 공장에 단측 연결(end-to-side)하여 담도 배출을 교정해 준다. Kasai portoenterostomy의 효과에 대해서는 지금까지 다양한 보고가 있는데(11-14) 환자의 간내 담관의 동반 침범 여부, 간문부 담관 개구의 크기, 문합 부위의 상태 등에 따라 담도 배출의 정도가 달라질 수 있는 것으로 보고되고 있다(13, 14). 수술 후 예후에 또 다른 중요한 요소는 수술 시기로, 생후 약 60일을 기준으로 생존율에 차이가 있다고 보고되어 있다(15-17).

Kasai portoenterostomy로 담즙 배출이 정상화되는 것이 최고의 일차 치료 목표이지만, 위에 기술한 여러 상태에 따라 술 후에도 담즙 배출이 원활하지 않을 수 있다. 그러나 담즙성 간경화로 진행되는 속도를 최대한 지연시킬 수 있어 간이식까지의 연령을 늦출 수 있는 가교 치료 (bridging treatment)로서의 역할에 중요한 의의가 있다.

TC Sign의 정의

초음파 검사는 간문부에 남아있는 섬유화된 담도잔여물의 이상 소견을 실시간으로 나타낼 수 있다. 즉 가장 흔한 형태의 삼각형 깔때기 모양의 섬유조직은 총간담관이 있어야 하는 위치에 삼각형의 고에코성 병변으로 관찰된다. 섬유조직이 삼각형 깔때기 모양이므로 TC sign으로 명명하였으며(4), 종축스캔에서는 우간문맥의 앞쪽벽을 따라 고에코성의 띠로, 횡축스캔에서 양쪽 간문맥 사이에서 삼각형의 고에코성 병변으로 나타난다(Fig. 2). 우간문맥의 앞쪽벽에 우간동맥도 포함되는데 수술 조건에서 섬유화된 담도잔여물이 간동맥을 둘러싸는 경우가 대부분이고 심한 경우는 간문맥까지 둘러싸는 경우도 있기 때문이다. 담도잔여물의 크기는 섬유화의 정도에 따라 5-30 mm 정도로 다양한데 크기가 클수록 초음파 검사에서 뚜렷하게 관찰된다.

나머지 형태의 끈 모양(fibrous hepatic duct 15%), 매우 가늘어진 경우(hypoplastic 4%), 형태가 없는 경우(aplastic, 6%)와 삼각형 깔때기 모양이지만 크기가 작은 경우는 TC sign을 보이지 않을 수 있다. 이 외 나이가 너무 어린 경우에도 TC sign의 빈도가 떨어질 수 있다는 보고도 있는

Fig. 2. A 53-day-old female infant with biliary atresia presenting with the 'triangular cord' (TC) sign.

A. Longitudinal scan showing a thick, tubular echogenic lesion (++) along the anterior aspect of the right portal vein, measuring 4.8 mm in thickness. The right hepatic artery is encased by the echogenic lesion, which represents the fibrous obliterated extrahepatic bile duct along the course of the common bile duct.

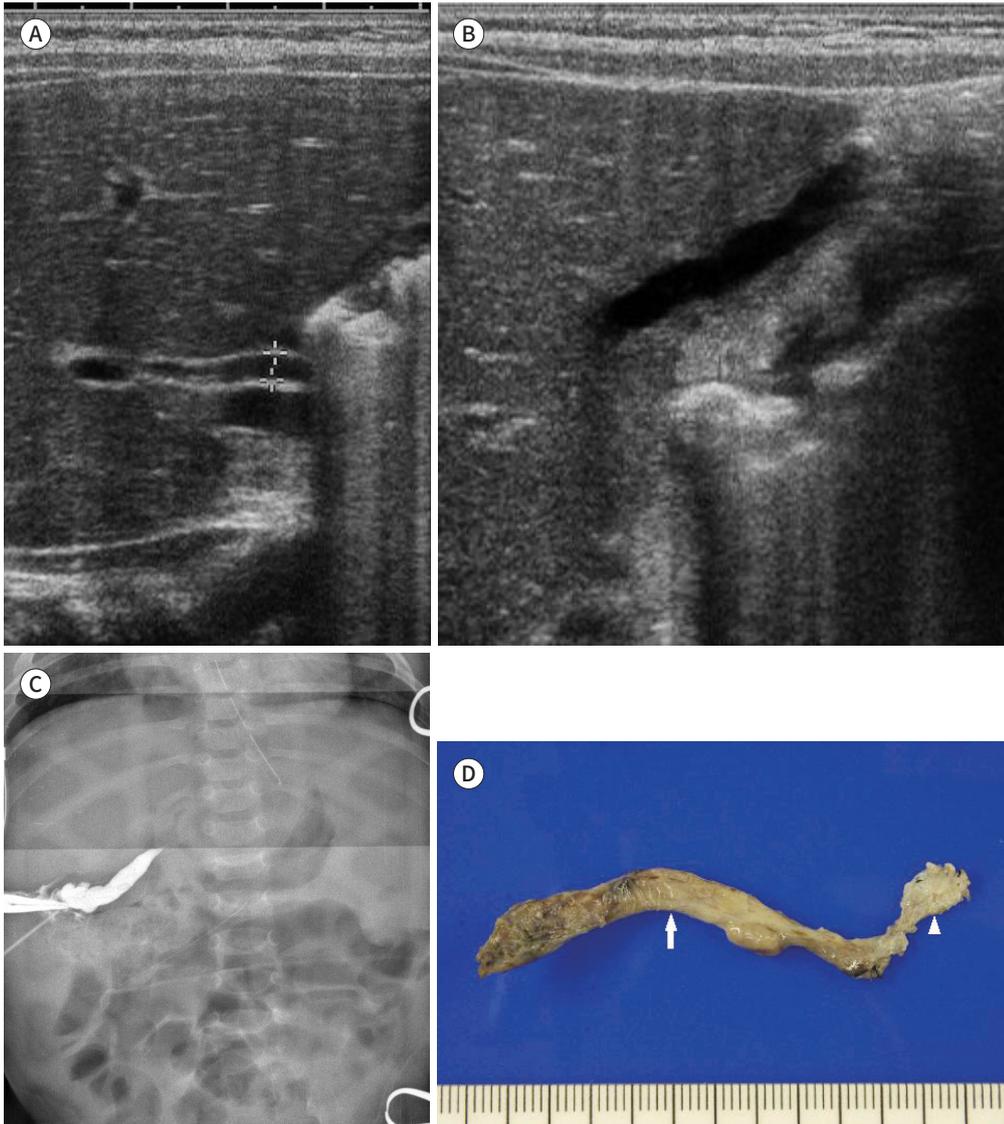
B. Transverse scan demonstrating a triangular echogenic lesion (++) at the porta hepatis

C. Surgical specimen of the entire extrahepatic bile duct showing a conical fibrous mass (arrowheads) in the porta hepatis, atretic gall-bladder (thick arrow), and fibrous obliterated common bile duct (thin arrow).



Fig. 3. A 33-day-old male infant with biliary atresia presenting no demonstrable TC sign.

- A. No obvious TC sign on longitudinal scan, with a prominent right hepatic artery (++)
 - B. Gallbladder showing an elongated shape with irregular mucosa.
 - C. Operative cholangiography of the gallbladder revealing an abnormally elongated gallbladder with no demonstrable luminal opacification of the common hepatic, proximal, and distal common bile ducts.
 - D. Surgical specimen showing a small, thin fibrous ductal remnant (arrowhead) in the porta hepatis and elongated gallbladder (arrow).
- TC = triangular cord



데(18), 이는 간문부의 섬유화가 진행된다는 것을 의미할 수도 있는 소견으로 생각된다. TC sign이 보이지 않는 경우는 담낭의 형태학적인 소견이 진단에 중요한 지표가 된다(Fig. 3). 만약 비정상 담낭(최장경이 15 mm 이하, 형태가 찌그러지거나 길쭉한 모양, 폐쇄된 내강, 불규칙한 점막, 수유 후에 불수축) 이면서 TC sign이 보이지 않는다면 2-3주 후 추적 초음파 검사에서 섬유화가 진행되면서 TC sign을 보일 수 있다. 따라서 TC sign이 보일 수 있는 정도는 약 67%에서 90%까지 관찰된다고 할 수 있겠다. 이론적으로 TC sign이 보이지 않으면서 정상 담낭 소견을 보이는 담도폐쇄

증은 가능하지 않다고 할 수 있다. TC sign은 간문부의 섬유화 구조물이므로 MR T2 강조영상 축상스캔에서 고신호강도로 보일 수 있고 두께는 약 5.1 mm로 측정된다고 보고되었다(19, 20).

TC Sign의 객관적인 진단기준

초음파 검사는 검사자에 따라 영상의 질과 해석에 차이가 생길 수 있으므로 객관적인 측정값이 필요할 수 있겠다. 정상 신생아에서 우간문맥 앞쪽으로 간동맥과 총담관이 위치하는데 이들 구조물의 벽 두께는 각각 1 mm를 넘지 않으므로(21-23) 이론적으로 간동맥을 포함한 우간문맥의 앞쪽 벽두께는 3 mm를 넘지 않아야 한다. 신생아 간염에서도 간문맥 부종이 생길 수 있는데(Fig. 4), 두 질환을 감별하는 통계학적 결과에서도 4 mm가 의의 있는 절사값(cuf off value)으로 제시되었다(10). 이후 Lee 등(24)은 TC sign의 적절한 절사값으로 3.4 mm를 제시하였고, 정상 담낭이면서 TC sign의 두께가 3.4 mm 이하이면 담도폐쇄증을 가장 정확하게 배제할 수 있었다고 보고하였다. 한편, Zhou 등(25)은 섬유화된 담도잔여물을 더욱 조기에 발견하기 위하여 modified triangular cord thickness를 측정할 것을 제안하였다. 즉 종축스캔에서 간문맥보다 더 원위부에 위치하는 우간문맥의 우측 전방분지의 앞쪽벽(anterior wall of the anterior branch of the right portal vein)을 둘러싸는 고에코성 벽두께를 측정하였는데, 담도폐쇄증에서는 평균 3.4 mm, 비담도폐쇄증 질환에서는 평균 1.5 mm로 통계학적 의의가 있었으며, 담낭 이상, 간동맥과 간문맥의 직경, 간비대나 비장비대의 유무 등의 소견들 중 정확도(area under the curve)가 가장 높았다고 보고하였다. 따라서 modified triangular cord thickness는 우간동맥의 앞쪽벽 두께를 제외하고 섬유화된 담도잔여물만 측정하므로 TC sign보다 미미한 섬유성 변화를 측정할 수 있었다고 하고, 2 mm를 절사값으로 제시하였다.



Fig. 4. A 37-day-old male infant with neonatal hepatitis presenting with slight thickening of the anterior wall of the right portal vein, measuring 2.7 mm in thickness.

TC Sign의 진단 정확도 및 검사 시 주의점

객관적 진단기준을 적용하였을 때, 신생아 간염과 담도폐쇄증의 감별 진단을 위한 TC sign의 민감도, 특이도, 양성 예측치, 음성 예측치, 정확도는 각각 80%, 98%, 94%, 94%, 및 94%로 보고되었다(10). 즉 민감도가 가장 낮았고 특이도가 가장 높은 성적을 보였으므로 TC sign은 담도폐쇄증이 아닌 경우를 진단하는데 더 우수한 성적을 보였다. 이후로 보고된 TC sign의 민감도, 특이도, 양성 예측치, 음성 예측치, 정확도는 각각 23.3%–100%, 73.9%–100%, 78.6%–98%, 94%–100%, 70%–100%로 보고되어 있는데(24-36), 대부분의 연구에서 민감도(23.3%–100%)보다 특이도(73.9%–100%)가 높게(24, 26-28, 34), 양성 예측치보다는 음성 예측치가 높은 결과를 보였다(27, 28). 특히 민감도에서 편차가 크게 보고되는 것은 TC sign의 객관적 진단기준(10)에도 불구하고 아마도 측정하는 위치 혹은 환자의 나이에 기인할 것이라 보고되었다(25). 실제로 민감도가 23.3%로 가장 낮았던 보고(32)를 검토해 보면 TC sign의 측정 방법에서 간문맥 주위의 고에코성 병변을 측정하였다고 기술되어 있고 제시된 증례는 우간문맥이 아닌 간동맥의 앞쪽벽 두께가 측정되어 있음을 알 수 있었다. 담낭의 각 이상 소견들(크기, 모양, 수축성)은 민감도(70%–100%)와 특이도(73%–100%)가 다양하게 보고되었는데(24-26, 28-32), TC sign과 비교했을 때 정확도가 낮거나(25, 26, 29), 비교하기 어려웠고(31), 대부분은 두 소견을 함께 적용하였을 때 진단의 정확도가 월등히 향상되는 것으로 보고되었다(24, 29, 32, 34-36). 간담도 핵의학스캔은 연구에 따라 TC sign보다 민감도(80%–91%)는 높을 수 있으나 대부분 특이도(40%–72.9%)는 낮은 것으로 보고되었다(33, 34).

TC sign과 더불어 중요한 담낭의 이상 소견을 보기 위해서는 적어도 4시간의 공복 상태에서 검사를 해야 한다. 수유 후에 검사를 하게 되면 담낭이 완전 수축된 경우 내강이 폐쇄된 담도폐쇄증으로 오진할 수 있다. 환아가 심하게 울거나 움직이면 담낭 점막의 미세한 불규칙한 내벽을 관찰하기 힘들 수 있다. 이런 경우는 검사와 동시에, 혹은 담낭 검사가 끝난 직후부터 수유를 진행하면(25) 환아를 진정시킬 수 있고 담낭의 수축성 유무도 관찰할 수 있다. 담낭의 수축성 유무가 중요한 이유는 원위부 담관만 막히거나 근위부 담관만 막히고 담낭의 내강이 열린 담도폐쇄증 때문이다. 이런 경우는 내강이 열려 있어도 담즙이 배출되지 못하거나, 정상 담즙이 아닌 백색 담즙이 차 있고, 비정상 모양이면서 십이지장으로 배출되지 못하므로 수축성을 보이지 않게 된다. 그러나 약 22%의 담도폐쇄증에서 담낭의 수축을 보일 수 있다는 보고도 있음을 유의해야 한다(37). 영유아는 체구도 작을 뿐 아니라 위에 기술한 간문부와 담낭의 병변들이 작고 미세한 소견들이므로 반드시 적어도 10 MHz 이상의 고해상도 탐촉자를 사용하도록 한다(Fig. 5).

감별 진단

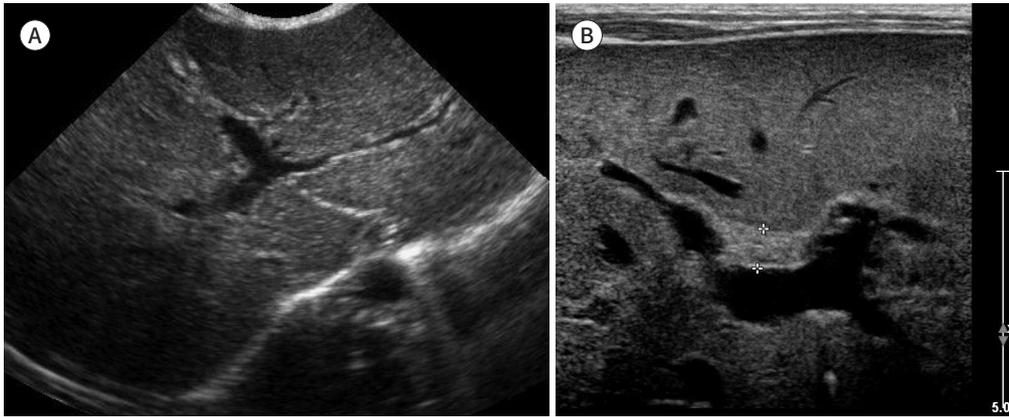
신생아 황달을 일으키는 질환들 중 신생아 간염, 패혈증, 총담관낭, Alagille syndrome 등이 주요 감별을 요하는 질환에 속한다. 신생아 간염이나 패혈증에서 간문부 부종이 심하면 TC sign과 유사한 소견을 보일 수 있으나 대부분 4 mm 이하의 두께를 보이고 정상 담낭을 나타낸다. 담도폐쇄증에서 간의 담도가 낭을 형성하는 경우(bile lake, 3%) 혹은 총담관낭과 동반되어 있는 경우는 단순한 총담관낭과 감별 진단을 요한다. 단순 총담관낭과 비교하여 평균 22 mm로 크기가 작고 6개월 미만

Fig. 5. A 35-day-old male infant with biliary atresia presenting with or without the TC sign according to the use of a high- or low-MHz probe.

A. No obvious TC sign at the porta hepatis on transverse scan with a 5-MHz convex probe.

B. Repeat transverse scan with a 15-MHz linear probe on the same day revealing the TC sign (++) measuring 5.7 mm in thickness.

TC = triangular cord



의 신생아일 경우 담도폐쇄증의 가능성을 먼저 고려해야 한다(Fig. 6) (38). Alagille syndrome은 간내 담도의 발달 부전으로 담즙 형성 자체가 부진하나 간외 담도의 내강에서는 이상이 없는 질환이다. 따라서 TC sign은 보이지 않는다. 담즙의 양이 적으므로 이차적으로 담낭이 작거나(최장경이 15 mm 이하), 잘 보이지 않아 담도폐쇄증으로 오진될 수 있는데 크기가 작아도 형태가 정상 난형이고 점막이 매끈하면서, 수유 후에는 수축이 된다. 단순 X선 사진에서 심장비대 및 척추체 이상(나비 척추)과 특징적인 얼굴(돌출 이마, 눈 사이 넓은 간격, 작은 턱) 등의 임상 소견을 참고하면 진단할 수 있다. 그 외 선천성 백혈병과 같이 간문부를 따라 미만성 침윤이 있는 영아에서도 TC sign을 보일 수 있는데 말초혈액 검사에서 백혈병의 소견을 나타내므로 담도폐쇄증과 확연히 구분된다.

결론

TC sign은 담도폐쇄증의 간문부에 남아있는 섬유성 담도잔여물을 나타내는 초음파 소견으로, 간문부에서 간문맥의 앞쪽벽을 따라 관찰되는 고에코성 병변으로 정의된다. 객관적인 진단기준은 종축스캔에서는 우간문맥의 앞쪽벽을 따라 4 mm 이상의 고에코성 띠로, 횡축스캔에서 양쪽 간문맥 사이에서 삼각형의 고에코성 병변으로 나타난다. TC sign의 담도폐쇄증 진단의 민감도, 특이도, 양성 예측치, 음성 예측치, 정확도는 각각 23.3%–100%, 73.9%–100%, 78.6%–98%, 94%–100%, 70%–100%로 보고되어 있고 담도폐쇄증의 진단 및 감별 진단에 유용한 소견이다.

Author Contributions

Conceptualization, L.H.J.; data curation, all authors; formal analysis, L.H.J.; investigation, L.H.J., L.M.S.; methodology, L.H.J., K.J.Y.; resources, L.H.J.; supervision, L.H.J., K.J.Y.; validation, all authors; visualization, L.H.J., K.J.Y.; writing—original draft, L.H.J.; and writing—review & editing, L.H.J., K.J.Y.

Fig. 6. A 28-day-old female infant with biliary atresia associated with a choledochal cyst presenting with the TC sign and a cystic lesion.

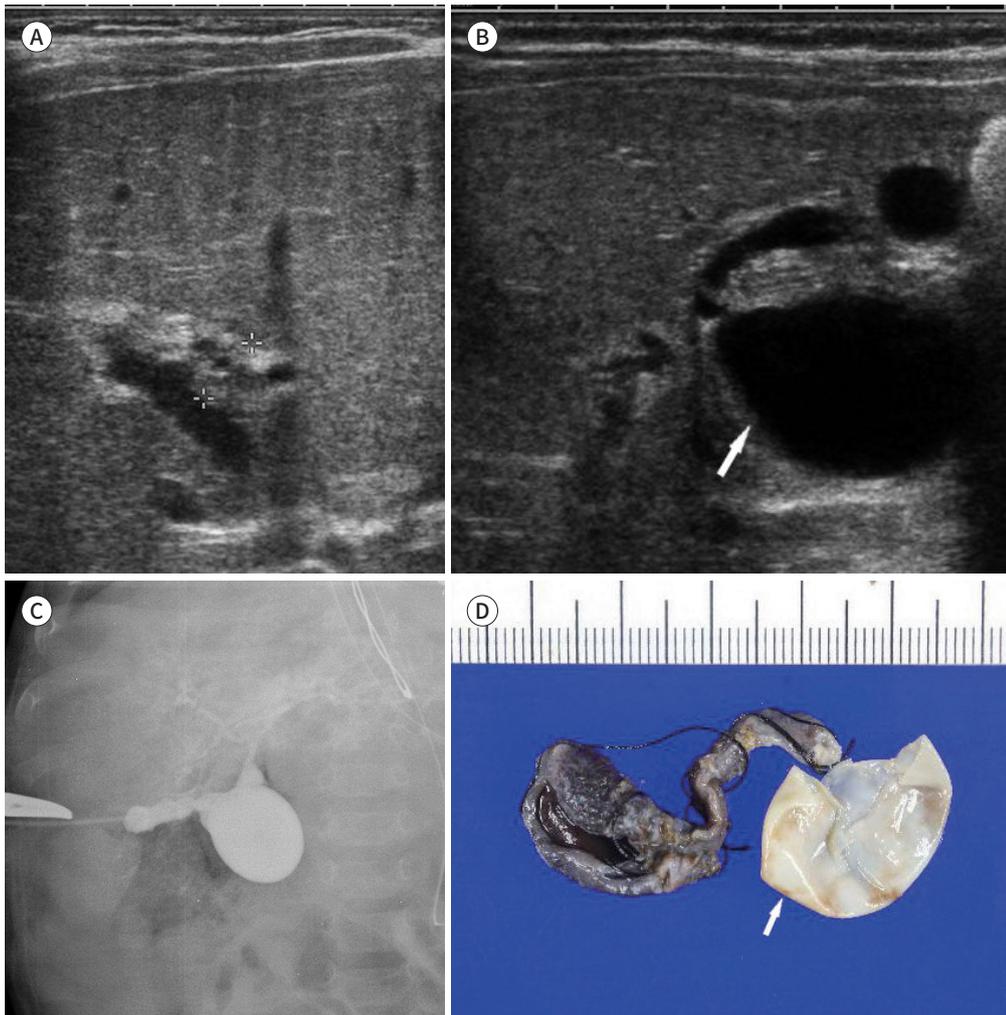
A. Longitudinal scan showing the TC sign (++) at the porta hepatis, measuring 8.4 mm in thickness.

B. Gallbladder revealing an irregular shape without contractility, with a small cystic lesion (arrow) along the course of the common bile duct.

C. Operative cholangiography through the gallbladder showing patent but thin narrowing of both intrahepatic bile ducts, a saccular dilated common bile duct, and obliteration of the distal common bile duct.

D. Surgical specimen showing a cystic common bile duct (arrow) and irregular gallbladder.

TC = triangular cord



Conflicts of Interest

Hee Jung Lee has been a Editorial Board Member of the Journal of the Korean Society of Radiology since 2013; however, she was not involved in the peer reviewer selection, evaluation, or decision process of this article. Otherwise, no other potential conflicts of interest relevant to this article were reported.

Funding

None

REFERENCES

1. Landing BH. Considerations of the pathogenesis of neonatal hepatitis, biliary atresia and choledochal cyst--the concept of infantile obstructive cholangiopathy. *Prog Pediatr Surg* 1974;6:113-139
2. Kasai M, Suzuki H, Ohashi E, Ohi R, Chiba T, Okamoto A. Technique and results of operative management of biliary atresia. *World J Surg* 1978;1:571-579
3. Gubernick JA, Rosenberg HK, Ilaslan H, Kessler A. US approach to jaundice in infants and children. *Radio-graphics* 2000;20:173-195
4. Choi SO, Park WH, Lee HJ, Woo SK. 'Triangular cord': a sonographic finding applicable in the diagnosis of biliary atresia. *J Pediatr Surg* 1996;31:363-366
5. Napolitano M, Franchi-Abella S, Damasio MB, Augdal TA, Avni FE, Bruno C, et al. Practical approach to imaging diagnosis of biliary atresia, part 1: prenatal ultrasound and magnetic resonance imaging, and postnatal ultrasound. *Pediatr Radiol* 2021;51:314-331
6. Brahee DD, Lampl BS. Neonatal diagnosis of biliary atresia: a practical review and update. *Pediatr Radiol* 2022;52:685-692
7. Kim WS, Cheon JE, Youn BJ, Yoo SY, Kim WY, Kim IO, et al. Hepatic arterial diameter measured with US: adjunct for US diagnosis of biliary atresia. *Radiology* 2007;245:549-555
8. Kasai M, Kimura S, Asakura Y, Suzuki H, Taira Y, Ohashi E. Surgical treatment of biliary atresia. *J Pediatr Surg* 1968;3:665-675
9. Ohi R, Ibrahim M. Biliary atresia. *Semin Pediatr Surg* 1992;1:115-124
10. Lee HJ, Lee SM, Park WH, Choi SO. Objective criteria of triangular cord sign in biliary atresia on US scans. *Radiology* 2002;229:395-400
11. Karrer FM, Price MR, Bensard DD, Sokol RJ, Narkewicz MR, Smith DJ, et al. Long-term results with the Kasai operation for biliary atresia. *Arch Surg* 1996;131:493-496
12. 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
13. Hung PY, Chen CC, Chen WJ, Lai HS, Hsu WM, Lee PH, et al. Long-term prognosis of patients with biliary atresia: a 25 year summary. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2006;42:190-195
14. Altman RP, Lilly JR, Greenfeld J, Weinberg A, van Leeuwen K, Flanigan L. A multivariable risk factor analysis of the portoenterostomy (Kasai) procedure for biliary atresia: twenty-five years of experience from two centers. *Ann Surg* 1997;226:348-353; discussion 353-355
15. Emblem R, Stake G, Monclair T. Progress in the treatment of biliary atresia: a plea for surgical intervention within the first two months of life in infants with persistent cholestasis. *Acta Paediatr* 1993;82:971-974
16. Davenport M, Caponcelli E, Livesey E, Hadzic N, Howard E. Surgical outcome in biliary atresia: etiology affects the influence of age at surgery. *Ann Surg* 2008;247:694-698
17. Serinet MO, Wildhaber BE, Broué P, Lachaux A, Sarles J, Jacquemin E, et al. Impact of age at Kasai operation on its results in late childhood and adolescence: a rational basis for biliary atresia screening. *Pediatrics* 2009; 123:1280-1286
18. Hwang SM, Jeon TY, Yoo SY, Choe YH, Lee SK, Kim JH. Early US findings of biliary atresia in infants younger than 30 days. *Eur Radiol* 2018;28:1771-1777
19. 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
20. Kim YH, Kim MJ, Shin HJ, Yoon H, Han SJ, Koh H, et al. MRI-based decision tree model for diagnosis of biliary atresia. *Eur Radiol* 2018;28:3422-3431
21. Hernanz-Schulman M, Ambrosino MM, Freeman PC, Quinn CB. Common bile duct in children: sonographic dimensions. *Radiology* 1995;195:193-195
22. Carroll BA, Oppenheimer DA, Muller HH. High-frequency real-time ultrasound of the neonatal biliary system. *Radiology* 1982;145:437-440
23. Berland LL, Lawson TL, Foley WD. Porta hepatis: sonographic discrimination of bile ducts from arteries with pulsed Doppler with new anatomic criteria. *AJR Am J Roentgenol* 1982;138:883-840

24. Lee SM, Cheon JE, Choi YH, Kim WS, Cho HH, Kim IO, et al. Ultrasonographic diagnosis of biliary atresia based on a decision-making tree model. *Korean J Radiol* 2015;16:1364-1372
25. Zhou LY, Wang W, Shan QY, Liu BX, Zheng YL, Xu ZF, et al. Optimizing the US diagnosis of biliary atresia with a modified triangular cord thickness and gallbladder classification. *Radiology* 2015;277:181-191
26. Kanegawa K, Akasaka Y, Kitamura E, Nishiyama S, Muraji T, Nishijima E, et al. Sonographic diagnosis of biliary atresia in pediatric patients using the "triangular cord" sign versus gallbladder length and contraction. *AJR Am J Roentgenol* 2003;181:1387-1390
27. Nemati M, Rafeey M, Shakeri AB. Ultrasound findings in biliary atresia: the role of triangular cord sign. *Pak J Biol Sci* 2009;12:95-97
28. Takamizawa S, Zaima A, Muraji T, Kanegawa K, Akasaka Y, Satoh S, et al. Can biliary atresia be diagnosed by ultrasonography alone? *J Pediatr Surg* 2007;42:2093-2096
29. Tan Kendrick AP, Phua KB, Ooi BC, Subramaniam R, Tan CE, Goh AS. Making the diagnosis of biliary atresia using the triangular cord sign and gallbladder length. *Pediatr Radiol* 2000;30:69-73
30. Visrutaratna P, Wongsawasdi L, Lerttumnongtum P, Singhavejsakul J, Kattipattanapong V, Ukarapol N. Triangular cord sign and ultrasound features of the gall bladder in infants with biliary atresia. *Australas Radiol* 2003;47:252-256
31. Humphrey TM, Stringer MD. Biliary atresia: US diagnosis. *Radiology* 2008;244:845-851
32. Mittal V, Saxena AK, Sodhi KS, Thapa BR, Rao KL, Das A, et al. Role of abdominal sonography in the preoperative diagnosis of extrahepatic biliary atresia in infants younger than 90 days. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W438-W445
33. Kotb MA, Kotb A, Sheba MF, El Koofy NM, El-Karakasy HM, Abdel-Kahlik MK, et al. Evaluation of the triangular cord sign in the diagnosis of biliary atresia. *Pediatrics* 2001;108:416-420
34. Imanieh MH, Dehghani SM, Bagheri MH, Emad V, Haghighat M, Zahmatkeshan M, et al. Triangular cord sign in detection of biliary atresia: is it a valuable sign? *Dig Dis Sci* 2010;55:172-175
35. Park WH, Choi SO, Lee HJ, Kim SP, Zeon SK, Lee SL. A new diagnostic approach to biliary atresia with emphasis on the ultrasonographic triangular cord sign: comparison of ultrasonography, hepatobiliary scintigraphy, and liver needle biopsy in the evaluation of infantile cholestasis. *J Pediatr Surg* 1997;32:1555-1559
36. Park WH, Choi SO, Lee HJ. The ultrasonographic 'triangular cord' coupled with gallbladder images in the diagnostic prediction of biliary atresia from infantile intrahepatic cholestasis. *J Pediatr Surg* 1999;34:1706-1710
37. Ikeda S, Sera Y, Ohshiro H, Uchino S, Akizuki M, Kondo Y. Gallbladder contraction in biliary atresia: a pitfall of ultrasound diagnosis. *Pediatr Radiol* 1998;28:451-453
38. Kim WS, Kim IO, Yeon KM, Park KW, Seo JK, Kim CJ. Choledochal cyst with or without biliary atresia in neonates and young infants: US differentiation. *Radiology* 1998;209:465-469

담도폐쇄증에서 ‘Triangular Cord’ Sign

이희정* · 이무숙 · 김진영

담도폐쇄증은 원인은 알 수 없으나 간의 담도의 섬유화로 내강이 막히면서 간문부에 ‘섬유성 담도잔여물’의 형태로 남아있는 질환이다. ‘Triangular cord’ (이하 TC) sign은 간문부에 남아 있는 섬유성 담도잔여물을 초음파 검사에서 나타내는 소견이다. 본 종설에서는 담도폐쇄증의 수술 및 초음파 소견의 비교, TC sign의 정의, 객관적인 진단기준, 진단의 정확도 및 감별 진단에 대하여 기술하고자 한다.

계명대학교 의과대학 동산병원 영상의학과