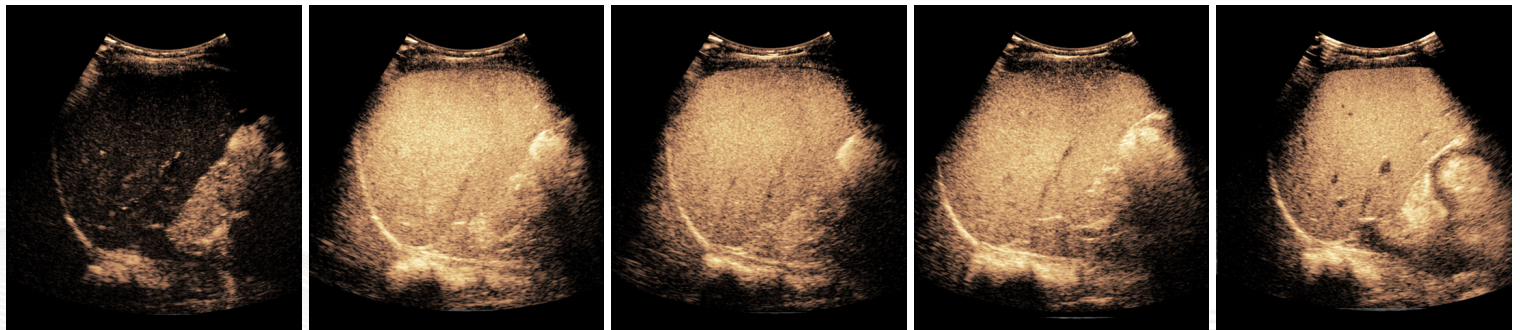


KJAR

Korean Journal of Abdominal Radiology



KSAR

대한복부영상의학회

Korean Society of Abdominal Radiology

Editorial Board

Editor-in-Chief

임상혁 순천향대학교 부천병원

Editor-in-Chief

Sanghyeok Lim Soonchunhyang University Hospital
Bucheon

Editors

강효진 서울대학교병원
김보현 서울성모병원
김승섭 세브란스병원
송지수 전북대학교병원
이지선 충북대학교병원
한승철 삼성서울병원

Editors

Hyo-Jin Kang Seoul National University Hospital
Bohyun Kim Seoul St. Mary's Hospital
Seung-Seob Kim Severance Hospital
Ji Soo Song Jeonbuk National University Hospital
Jisun Lee Chungbuk National University Hospital
Seungchul Han Samsung Medical Center

Publisher

최동일 삼성서울병원

Publisher

Dongil Choi Samsung Medical Center

Layout Editor

송병규 성문각

Layout Editor

Byeong Kyu Song Sungmungak

Editorial Assistant

황순정 대한복부영상의학회

Editorial Assistant

Soon Jeong Hwang Korean Society of Abdominal Radiology

Publisher

Dongil Choi

Samsung Medical Center

Editor-in-Chief

Sanghyeok Lim

Soonchunhyang University Hospital Bucheon

KJAR Editorial Office

103-1103, The Sharp Seocho, 21, Seochojungang-ro 2-gil, Seocho-gu, Seoul 06720, Korea

Tel: +82-2-3474-1983 · Fax: +82-2-3474-1982 · E-mail: office@ksar.kr

Printing Office Sungmungak

#301, 72-15 Soopyo-ro, Jung-gu, Seoul 04543, Korea

Tel: +82-2-2266-9198 · Fax: +82-2-2275-9198 · E-mail: sbgsong@chol.com

종 설 | Review Articles

소나조이드 조영제 초음파검사를 사용한 간세포암의 진단 가이드라인: 2023 대한영상의학회-대한복부영상의학회 권고문 정우경, 강효진, 최상현, 박미숙, 유미혜, 김보현, 유명원, 임상혁, 조영서, 이민우, 황정아, 이재영, 김정훈, 주이진, 배재석, 김소연, 정용은, 김동환, 이정민	Diagnosing Hepatocellular Carcinoma Using Sonazoid Contrast-Enhanced Ultrasonography: 2023 Guidelines from the Korean Society of Radiology and the Korean Society of Abdominal Radiology Woo Kyoung Jeong, Hyo-Jin Kang, Sang Hyun Choi, Mi-Suk Park, Mi Hye Yu, Bohyun Kim, Myung-Won You, Sanghyeok Lim, Young Seo Cho, Min Woo Lee, Jeong Ah Hwang, Jae Young Lee, Jung Hoon Kim, Ijin Joo, Jae Seok Bae, So Yeon Kim, Yong Eun Chung, Dong Hwan Kim, Jeong Min Lee	1
원발성 간암에서 라디오믹스의 이용 이승수	Radiomics Applications in Primary Liver Cancer Seung Soo Lee	18
Porto-sinusoidal Vascular Disease: 영상의학과 의사가 알아야 할 것 강지훈	Porto-sinusoidal Vascular Disease: What Radiologists Should Know Ji Hun Kang	28

원 저 | Original Article

관류 CT가 위에서 위장관기질종양과 다른 양성 상피하 종양을 구분하는데 유용한가? 한승철, 김세형, 이동호	Can Perfusion CT Differentiate GIST from Other Benign Subepithelial Tumors in the Stomach? Seungchul Han, Se Hyung Kim, Dong Ho Lee	35
--	--	----

증 례 | Case Report

담낭암으로 오인된 담낭의 염증성 근섬유모세포 종양: 증례보고 최서연, 진수지	Inflammatory Myofibroblastic Tumor of Gallbladder Mimicking Gallbladder Cancer: A Case Report Seo-Youn Choi, Susie Chin	46
---	--	----

특 별 기 고 | Special Report

LI-RADS Lexicon 2021의 한국어 번역 주이진, 이선영, 최상현, 장원, 송지수, 박진영, 배재석, 김동환, 한승철, 이정민	Korean Translation of the LI-RADS Lexicon 2021 Ijin Joo, Sunyoung Lee, Sang Hyun Choi, Won Chang, Ji Soo Song, Jin Young Park, Jae Seok Bae, Dong Hwan Kim, Seungchul Han, Jeong Min Lee	53
---	---	----

대한복부영상의학회지 투고규정 Publication Instructions for Authors		80
--	--	----

소나조이드 조영제 초음파검사를 사용한 간세포암의 진단 가이드라인: 2023 대한영상의학회-대한복부영상의학회 권고문

정우경¹, 강효진², 최상현³, 박미숙⁴, 유미혜⁵, 김보현⁶, 유명원⁷, 임상혁⁸, 조영서⁹, 이민우¹, 황정아¹, 이재영², 김정훈², 주이진², 배재석², 김소연³, 정용은⁴, 김동환⁶, 이정민²

¹성균관대의대 삼성서울병원 영상의학과

²서울의대 서울대병원 영상의학과

³울산의대 서울아산병원 영상의학과

⁴연세의대 세브란스병원 영상의학과

⁵건국의대 건국대학교병원 영상의학과

⁶가톨릭의대 서울성모병원 영상의학과

⁷경희의대 경희대학교병원 영상의학과

⁸순천향의대 순천향부천병원 영상의학과

⁹한양의대 한양대구리병원 영상의학과

Diagnosing Hepatocellular Carcinoma Using Sonazoid Contrast-Enhanced Ultrasonography: 2023 Guidelines from the Korean Society of Radiology and the Korean Society of Abdominal Radiology

Woo Kyoung Jeong¹, Hyo-Jin Kang², Sang Hyun Choi³, Mi-Suk Park⁴, Mi Hye Yu⁵, Bohyun Kim⁶, Myung-Won You⁷, Sanghyeok Lim⁸, Young Seo Cho⁹, Min Woo Lee¹, Jeong Ah Hwang¹, Jae Young Lee², Jung Hoon Kim², Ijin Joo², Jae Seok Bae², So Yeon Kim³, Yong Eun Chung⁴, Dong Hwan Kim⁶, Jeong Min Lee²

¹Department of Radiology and Center for Imaging Science, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

²Department of Radiology and Research Institute of Radiological Science, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

³Department of Radiology and Research Institute of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

⁴Department of Radiology and Research Institute of Radiological Science, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

⁵Department of Radiology, Konkuk University Hospital, Konkuk University College of Medicine, Seoul, Korea

⁶Department of Radiology, Seoul St. Mary Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

⁷Department of Radiology, Kyung Hee University Hospital, Kyung Hee University College of Medicine, Seoul, Korea

⁸Department of Radiology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, Korea

⁹Department of Radiology, Hanyang University Guri Hospital, Hanyang University College of Medicine, Guri, Korea

Received: May 15, 2023 Revised: June 19, 2023 Accepted: June 23, 2023

Correspondence: Jeong Min Lee, MD, PhD

Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, Daehangno 101, Jongno-gu, Seoul, 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-3154 Fax: +82-2-743-6385 E-mail: jmsh@snu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.



Sonazoid, a second-generation ultrasound contrast agent, was introduced for the diagnosis of hepatic nodules. To clarify the issues with Sonazoid contrast-enhanced ultrasonography for the diagnosis of hepatocellular carcinoma (HCC), the Korean Society of Radiology and Korean Society of Abdominal Radiology collaborated on the guidelines. The guidelines are de novo, evidence-based, and selected using an electronic voting system for consensus. These include imaging protocols, diagnostic criteria for HCC, diagnostic value for lesions that are inconclusive on other imaging results, differentiation from non-HCC malignancies, surveillance of HCC, and treatment response after locoregional and systemic treatment for HCC.

Keywords: Guideline; Ultrasound, Contrast-Enhanced; Hepatocellular carcinoma; Sonazoid; Perfluorobutane

서론

소나조이드 (Sonazoid®, perfluorobutane, GE Healthcare)는 중국, 일본, 한국, 노르웨이, 싱가포르 및 대만에서 임상 사용이 승인된 2세대 초음파 조영제이며, 승인된 적응증은 성인 환자의 국소 간질환의 감별진단을 위한 조영증강 초음파(CEUS)검사에서의 사용이다 (1).

소나조이드는 순수 혈액풀 조영제인 다른 2세대 조영제와는 달리 복합 혈액풀 및 쿠퍼세포 제제이며, 아시아초음파의학회 (Asian Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology; AFSUMB)는 전문가 의견을 기반으로 한 소나조이드의 임상적 사용에 대한 합의문과 권고안을 2020년에 발표한 바 있다 (2). 이 기존 지침은 소나조이드의 특성과 흔한 국소 간 병변의 전형적인 영상 소견을 다루고 있으나, 간세포암에 대한 소나조이드 조영증강 초음파의 진단 기준 및 진단능을 다루지 않았으며 간 영상 보고 및 데이터 시스템 (Liver Imaging Report And Data System; LI-RADS) 적용 가능 여부가 불분명하다. 최근의 메타 분석 연구 (3)에서 소나조이드 사용 시 각각 90%의 민감도와 97%의 특이도를 보고했지만, 분석에 포함된 연구들이 동일한 진단기준을 사용하지 않아 간세포암의 진단 성능이 진단 기준에 의해 좌우될 수 있는 여지가 있다.

다시 말하면, 소나조이드 조영증강 초음파의 간세포암 진단 기준에 관한 두 가지 해결되지 않은 문제점이 있는데, 첫번째 문제는 간세포암의 주요 영상소견인 특징적인 동맥기 과조영증강 (arterial phase hyperenhancement; APHE)과 씻김 (washout)을 소나조이드 조영증강 초음파에 적용할 수 있는가 하는 것이고, 두번째 질문은 간세포암 진단에서 쿠퍼기 영상의 역할에 관한 것이다. 대부분의 소나조이드 미세기포는 간의 굴모양혈관 (sinusoid)에서 쿠퍼 세포에 의해 흡수되기 때문에 지연기에서 다른 조영제를 사용한 조영증강 초음파 검사보다 배경 간실질의 조영

증강이 더 두드러져 보이는 점을 고려해야 한다. 따라서 소나조이드에 대한 신뢰성 있는 연구를 위해서는 용어의 표준화 및 조영증강 초음파 진단 지침을 마련해야 한다.

2021년에는 대한영상의학회(KSR)와 대한복부영상의학회(KSAR)의 지원을 받아 조영증강 초음파검사를 전문으로 하는 국내 복부영상의학과 전문의 20명이 8가지 핵심 질문을 바탕으로 소나조이드 조영증강 초음파로 간세포암을 진단하기 위한 가이드라인을 개발하였다. 가이드라인 개발 기간으로 약 1년(2021년 5월 ~ 2022년 5월)이 소요되었으며, KSAR 연차총회에서 가이드라인이 발표되었다. 대한간암학회 및 대한초음파의학회 등 관련 학회에도 공유 및 지지승인이 요청되었고 검토를 통하여 승인되었다. 이 가이드라인의 목표는 소나조이드 조영증강 초음파를 사용하여 간세포암 진단을 위한 근거 기반 표준을 제공하는 것이다.

Guideline Development Methodology

Literature search

현재까지 출간된 소나조이드에 관한 임상 연구가 많지 않으므로, 검색되는 관련 논문을 모두 가이드라인 개발을 위한 근거자료 후보로 수집하였고 핵심 질문 각각과 관련된 논문을 개별 개발그룹에서 선택하여 분석하는 방식으로 진행하였다.

개발에 참여한 영상의학과 전문의와 문헌 검색의 경험이 많은 연구 사서가 MEDLINE, EMBASE 및 COCHRANE 라이브러리에 수록된 영어 출간 자료의 체계적인 문헌 검색을 수행하였고, 검색 키워드는 ‘HCC’, ‘ultrasound’, ‘Sonazoid’ (또는 ‘Kupffer phase’)였다. 검색 일자 2021년 10월 15일이었었다. 제외 기준은 1) 영어로 작성되지 않은 것, 2) 원저 또는 체계적 문헌고찰 및 메타 분석이 아닌 것, 3) 논문의 전체 텍스트를 얻을 수 없는 것, 4) 인간 대상 연

구가 아닌 것이었다. 데이터베이스에서 573개의 연구가 검색되었고 중복 제거 후에 403개의 문헌으로 간주했다. 적격성에 대한 1차 심사 후 선택된 241개의 논문을 추가로 분석하였다 (그림 1).

Developing key questions

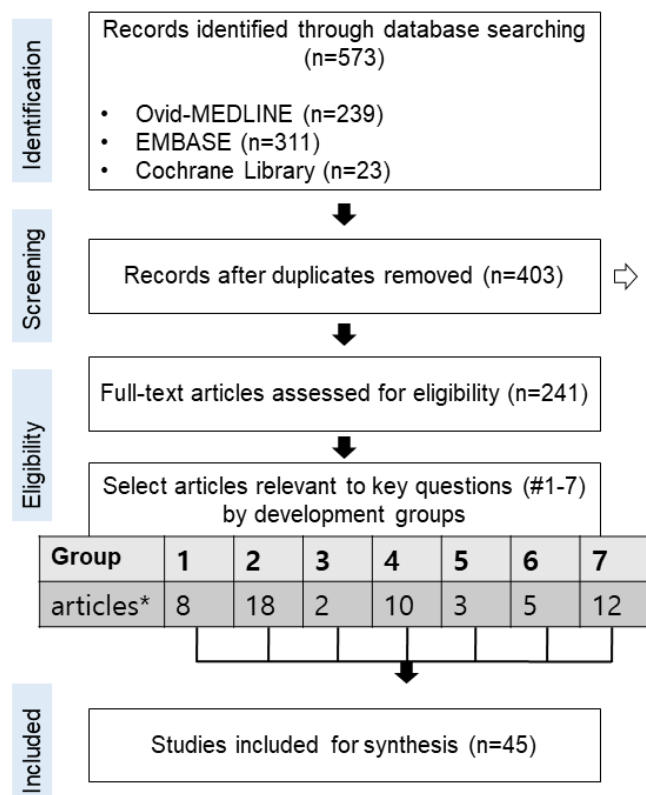
연구자들은 총 7개의 개발그룹으로 나뉘어 핵심 질문을 개발하였다. 제1그룹은 소나조이드 조영증강 초음파의 진단 기준에 밀접하게 관련된 두 가지 핵심 질문에 대한 권고를 만들었고, 나머지 그룹들은 각각 하나씩의 핵심 질문과 권고를 작성하였다. 각 팀은 1차 선택을 마친 문헌 전체(n=241)에서 핵심 질문 관련 연구를 각각 찾고 근거표에 포함되어야 할 연구를 선택하였다 (2차 선택, 보충 표 1-7). 2차 선택 과정을 통해 각 개발 그룹에서 총 45개의 연구를 가이드라인 개발을 위한 최종 근거자료로 선정하였다. 선택한 모든 연구의 질평가는 QUADAS-II (Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-II) (보충 표 1-7, 보충 그림 1)를 사용하여 가이드라인 개발 경험에 있는 영상의학과 전문의가 수행하였다.

Table 1. Recommendation and Evidence levels

Recommendation levels	
Strongly recommended	
Conditionally recommended	
Evidence levels	
I	Systematic review of cross-sectional studies with consistently applied reference standard and blinding
II	Individual cross sectional studies with consistently applied reference standard and blinding
III	Non-consecutive studies, or studies without consistently applied reference standards
IV	Case-control studies or poor or non-independent reference standard

Recommendation statements

권고 수준은 선택된 근거문헌의 고찰을 기반으로 각각의 개발그룹에서 제시하였고, 근거 수준은 Oxford Center for Evidence-based Medicine[4](표 1)을 기반으로 하였다.



* Numbers are total articles selected by each development group. They could be duplicated

Fig. 1. Flow diagram of the evidence selection process for guideline development.

Consensus

개발 그룹에 참여한 모든 연구자들 간 합의를 위해 원격 회의 방식(Zoom, Zoom Video Communications)으로 두 번의 합의 회의(2022년 4월 21일 및 2022년 5월 11일)를 개최하였고, 웹 투표 시스템(네이버 오피스)을 사용한 무기명 투표로 의견을 수집하였다. 모든 권고문은 텔레피 방식을 사용하여 연구자 모두가 논의하고 승인하였다. 이를 위해, 1) '매우 동의하지 않음'; 2) '주요 유보사항이 있어 대체적으로 내용에 동의하지 않음'; 3) '약간의 유보사항이 있어 대체적으로 내용에 동의하지 않음'; 4) '주요 유보사항이 있으나 대체적으로 동의함'; 5) '약간의 유보사항이 있으나 대체적으로 동의함'; 6) '매우 동의함'의 6가지 동의 등급을 사용하였으며, 참가자의 80% 이상이 '약간의 유보사항이 있으나 대체로 동의'하거나 '매우 동의' (5 또는 6)로 문항을 채점하면 합의로 간주되어 권고문을 채택하였다.

Presentation and external evaluation

본 연구자들 간 합의된 권고안은 2022년 5월 21일 KSAR 연례 컨퍼런스에서 처음 발표되었고, 가이드라인 초안은 2023년 1월에 완성되었다. 또한 완성된 가이드라인 인쇄본은 대한간암학회와 대한초음파의학회의 지지 승인(endorsement) 심사를 거쳐 최종 승인되었다.

Sonazoid CEUS Examination Protocol

먼저 간세포암 진단을 위한 소나조이드 조영증강 초음파 검사 프로토콜을 제안하기 위해 본 가이드라인 개발과정에서 선택된 연구의 검사 프로토콜을 검토하였다 (보충 표 8). 조영제 주입 방법은 대부분의 연구에서 증류수와 소나조이드 분말의 현탁액을 주사 직전에 제조하여 체중 1 kg 당 0.015 mL를 주입하였고, 볼루스 주사 후 생리 식염수를 주입하였다. 초음파 영상 획득을 위해 0.2에서 0.3사이의 낮은 기계 지수 (mechanical index; MI)의 초음파를 사용하였다.

각 연구에서 혈관기와 쿠퍼기 영상 획득 시점을 조사하였는데, 혈관기는 주사 직후 시작되는 간 혈관의 조영증강 상태에서 획득한 영상으로 주입 후 1분 이상까지 획득하였는지를 살펴보고, 쿠퍼 세포의 미세기포 탐식이 일어나는 지연기 영상인 쿠퍼기는 주입 후 10분 이내에 얻었는지 혹은 그 이후에 얻었는지를 살펴보았다. 또한 쿠퍼기 씻김을 보이는 병변의 동맥기 과조영증강만을 확인하기 위해 쿠퍼기에서의 조영제 재주입 (Kupffer phase reinjection)을 사용하였는지를 보았다. 살펴본 45개 연구 중 36개 연구(80%)에서 혈관기 영상을 얻었고, 이 중 21개 연구는 1분 동안의 혈관기 영상을 분석하였다. 다른 2세

대 조영제를 사용하는 대부분의 연구와 마찬가지로 [5], 소나조이드로 혈관 영상을 얻기 위한 검사 프로토콜은 다음과 같았다. 동맥기는 미세기포가 간동맥에 나타날 때 시작되었으며 (조영제의 간동맥 도착, 주사 후 약 10초), 20~35초 동안 지속되었고, 문맥기는 동맥기가 끝나는 즉시 (주사 후 30~45초) 시작되었으며 일반적으로 주사 후 2분간 지속되었다. 쿠퍼기에 관해 살펴보면, 32개 연구(71%)가 주사 후 10분에 쿠퍼기 영상을 얻었고, 7개(16%)는 주사 후 10분 미만에 얻었거나 시기를 지정하지 않았다. 6건의 연구가 쿠퍼기 씻김 병변에 대한 조영제 재주입을 수행하였다. 쿠퍼기를 포함하는 모든 연구에서 혈관기와 쿠퍼기 사이의 중간 시기를 구체적으로 따로 정의하지 않았다. 하지만, Shunichi 등에 따르면 (6), 간 실질은 혈관 조영 시작부터 점진적으로 조영되며, 시간-강도 곡선에서 실질 조영 곡선은 약 1분에 간문맥의 조영 곡선과 교차하므로 문맥기는 60초 후에 끝나는 것으로 간주하고 1분에서 10분까지 이어지는 기간을 혈관-쿠퍼 이행기로 정의하자는 의견이 있었다.

위의 연구들을 종합적으로 검토하여, 본 가이드라인은 동맥기 (미세기포가 간동맥에 처음 도착할 때 시작하여 미세기포가 간 실질을 채울 때 종료), 1분 지연 (초기 문맥기, 조영제 주입 후 ≤ 1 분) 및 2분 지연 (후기 문맥기, 조영제 주입 후 ≤ 2 분)을 포함한 기존의 혈관기와 주사 후 10분 이상 지연 후 획득하는 쿠퍼기, 그리고 혈관기와 쿠퍼기 사이의 중간시기인 혈관-쿠퍼 이행기(전환기; 조영제 주입 후 2분에서 10분사이)로 구성된 소나조이드 조영증강 초음파 검사 프로토콜을 제안하고자 한다 (그림 2). 위에서 언급한 바와 같이 혈관-쿠퍼 이행기에서는 순수 혈액플 제제의 지연 단계와 달리 간실질의 조영증강이 더욱 두드러지며, 강등의 연구에 따르면 (7), 60초를 임계치로 하는 낮은 씻김과 6분을 임계치로 하는 쿠퍼기 조합이 간세포암의 진단에 최상의 성능을 보여주었다. 향후 혈관-쿠퍼 이행기의 임상적 중요성은 더 연구할 가치가 있는 것으로 보인다.

Questions and Recommendations

권고 요약은 표 2에 정리되어 있다.

질문 1. 소나조이드 조영증강 초음파에서 간세포암의 주요 특징은 무엇인가?

질문 1-1. 소나조이드 CEUS에서 간세포암종의 주요 영상 특징이 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강 (띠모양 및 주변부 결절형 혹은 구형이 아닌 동맥기 과조영증강) 와 늦은(≥ 60 초) 및 경미한 씻김에 적합한가?

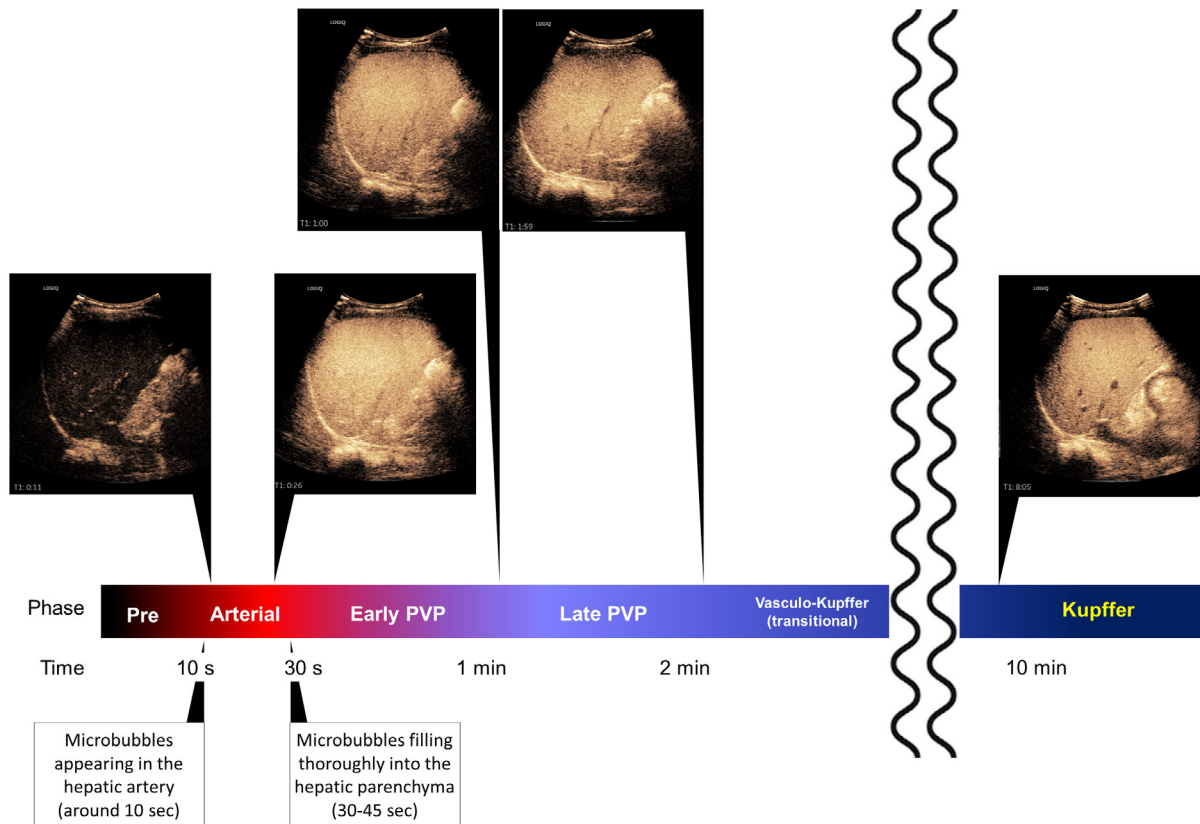


Fig. 2. Suggested imaging protocol for perfluorobutane contrast-enhanced ultrasound. Given the evidence, the following examination protocol is suggested: arterial phase (from the time when microbubbles appear in the hepatic artery to the start of the portal venous phase [PVP] [30-45 s]); PVP, divided into two sub-phases of early portal venous phase (from the time when the liver parenchyma is completely filled with microbubbles [30-45 s] until 1 min later) and the late portal venous phase (from 1 to 2 min after injection); the vasculo-Kupffer (transitional) phase (from 2 to 10 min after injection); and the Kupffer phase (≥ 10 min after injection). Analysis of video clips is important for evaluating the perfusion of hepatic lesions. These guidelines recommend recording a video clip (or frequent imaging capture) of the vascular phase from the start of the arterial phase to the end of the early portal venous phase. Note: PVP=portal venous phase.

권고: 소나조이드 조영증강 초음파에서 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강과 늦은(≥ 60 초) 및 경미한 씻김은 간세포암의 주요 영상 특징으로 적합하다. (권고등급: 강한 권고, 근거수준 II)

간암 발생 동안 간 결절 내 문맥과 짝을 이루지 않은 동맥(unpaired artery)의 밀도는 점진적으로 증가하며 (8), CT/MRI에서 주변부 띠모양 조영증강이 아닌, 동맥기에서의 간실질보다 높은 조영증강(띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강)은 고위험군 환자에서 간세포암을 진단하는 주요 영상의학적 특징으로 알려져 있다 (9-12). 마찬가지로 소나조이드 조영증강 초음파의 동맥기 과조영증강 역시 간세포암 위험군에서의 간세포암을 진단하는 데 중요한 영상 소견이다. 단, 전제 조건으로 띠모양 동맥기 과조영증강

은 간내 담관암을 포함하는 악성종양, 바퀴살, 원심성 동맥기 과조영증강은 국소성 결절성 과증식증, 주변부 비연속성 결절형 동맥기 과조영증강은, 혈관종을 더 시사하는 소견이기 때문에 이와 같은 형태의 동맥기 과조영증강은 소나조이드 조영증강 초음파에서 간세포암의 주요 소견으로 간주되어서는 안 되며, 미만성인 동맥기 과조영증강을 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강이라고 하고 이를 간세포암의 주요소견으로 간주할 수 있다. 간세포암 의심 환자에서 CT/MRI LI-RADS와 소나조이드 조영증강 초음파를 비교한 이전 연구에 따르면 (13), CT/MRI LR-5의 89.6%와 LR-4 환자의 85.9%가 소나조이드 조영증강 초음파에서 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강을 보인 반면, LR-3 (악성과 양성간의 중간 확률) 환자에서는 57.6%만 보였었다. 113개의 간세포암 의심 결절에 대한 소나조이드 조영증강 초음파 연구에서 (7) 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강은

Table 2. Summary of recommendation statements

Key Questions	Recommendations	Recommendation level	Evidence level	Agreement
1-1. Is it appropriate for nonrim APHE and late (≥ 60 s) and mild washout to be major imaging features of HCC in Sonazoid CEUS?	In Sonazoid CEUS, nonrim APHE and late (≥ 60 sec) and mild washout are appropriate major imaging features for diagnosing HCC in at-risk patients.	Strongly	2	100% (18/18)
1-2. Can Kupffer phase washout be used as a major feature of HCC diagnosis in Sonazoid CEUS?	Kupffer phase washout can be considered another major imaging feature in Sonazoid CEUS for diagnosing HCC in at-risk patients if the lesions with nonrim APHE do not show either early or marked washout during the vascular phase.	Conditionally	2	100% (18/18)
2. What are the appropriate criteria for diagnosing HCC using Sonazoid CEUS in at-risk patients?	The diagnosis of HCC can be made in a nodule ≥ 1 cm detected in an at-risk patient when nonrim APHE with late and mild washout or washout in the Kupffer phase are present.	Conditionally	2	100% (18/18)
3. Can Sonazoid CEUS be used to characterize inconclusive nodules detected in CT or MRI in patients at high risk for HCC?	Sonazoid CEUS can be used to characterize nodules inconclusive in CT or MRI because it can detect the arterial hypervascularity of a nodule in real time and show Kupffer cell activity within the nodule.	Conditionally	3	88.9% (16/18)
4. Can Sonazoid CEUS differentiate HCC from non-HCC malignancies?	Sonazoid CEUS can differentiate HCC from non-HCC malignancies such as intrahepatic cholangiocarcinoma and metastasis.	Conditionally	3	88.9% (16/18)
5. Can Sonazoid CEUS be used as a surveillance tool for HCC in high-risk patients?	Sonazoid CEUS can be used as a surveillance tool in high-risk patients.	Conditionally	3	88.9% (16/18)
6. Is Sonazoid CEUS helpful for guiding local ablation therapy for HCC?	Sonazoid CEUS is helpful for guiding local ablation therapy because it increases the detectability and conspicuity of small HCCs that are inconspicuous on B-mode ultrasound.	Strongly	2	100% (18/18)
7. Is it appropriate to use Sonazoid CEUS to assess the treatment response of HCC in patients who underwent TACE or RFA?	When less than three index tumors can be observed with CEUS, Sonazoid CEUS may be useful for evaluating treatment response after TACE or RFA.	Conditionally	3	94.5% (17/18)

APHE = arterial phase hyperenhancement; CEUS = contrast-enhanced ultrasonography; HCC = hepatocellular carcinoma; CT = computed tomography; MRI = magnetic resonance imaging; TACE = transarterial chemoembolization; RFA = radiofrequency ablation.

비간세포암(56.2% [9/16])이나 양성 병변(20% [3/15])보다 간세포암(86.8% [72/82])에서 더 빈번하게 보였다. 59개의 간세포암 의심 결절에 대한 연구에서도 일관된 결과를 보였는데 (14), 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강은 간세포암의 95% (41/43), 비간세포암종의 30% (3/10), 양성 병변의 16.7% (1/6)에서 관찰되었다. 또한 순수 혈액풀 조영증강 초음파검사와 소나조이드 조영증강 초음파의 개인 내 비교에서 간세포암의 동맥기 조영 패턴은 동일하였고, 아마도 소나조이드 조영증강 초음파의 동맥 단계에서는 쿠퍼 세포 섭취로 인한 영향을 무시할 수 있는 거의 순수한 혈관 영상이기 때문일 것으로 생각된다 (14). 간암 발생 동안의 또 다른 주요 변화는 문맥 구조물의 감소이다 (8). 이로 인해 동맥기에서 문맥기, 지연기로 진행할수록 간조직에 비해 간결절 내부 조영증강의 시간적 감소로 정의되는 씻김 현상이 나타난다 (10). 따라서 CT/MRI에서 씻김은 위험군에서 간세포암을 진단하기 위한 주요 영상 특징 중 하나로 여겨진다 (9-12). 하지만 CT/MRI와 달리 조영증강 초음파의 초기 연구에서는 씻김 현상의 특징이 간세포암과 간내 담관암을 구별하기에 충분하지 않다고 보고되었고 (15), 이로 인하여 조영증강 초음파로의 간세포암 진단을 신뢰하기 어렵다는 의견이 있었다. 그러나 후속 연구를 통해 순수 혈액풀 제제를 이용한 조영증강 초음파 검사에서 늦은(≥ 60 초) 씻김 시기와 약한 씻김 (조영증강이 남아 있으나, 간 실질보다는 덜 조영증강된 결절) 이 간세포암과 다른 악성종양을 감별하는데 중요한 특징으로 인정되고 있다 (16-20). 반면 소나조이드의 고유한 특성-쿠퍼 세포에 탐식되는-은 주변 간실질의 상대적으로 과도한 조영증강으로 인한 가짜 씻김효과를 유발할 수 있으므로 씻김 현상을 평가하는 데 보다 주의 깊은 접근이 필요하다. 소나조이드 주사 후 50초부터 씻김 시기를 관찰한 연구에서, 씻김 현상 시작이 가장 많이 관찰되는 시기는 72초-120초였지만 간세포암의 21%(15/73)가 60초 전에 씻김 현상의 시작을 보였고, 소나조이드 조영증강 초음파에서 늦은 씻김을 60초 이후로 정의하면 특이도와 양성예측도(PPV)는 100%였다 (7). 따라서 소나조이드 조영증강 초음파에서 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강과 늦은, 약한 씻김 현상이 간세포암의 위험이 있는 환자의 진단에 적합한 주요 영상 소견이며 4건의 연구에서 뒷받침된다 (7, 13, 14, 21).

질문 1-2. 쿠퍼기 씻김을 소나조이드 조영증강 초음파에서 간세포암 진단의 주요 영상 소견으로 사용할 수 있는가?

권고: 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강 병변이 혈관기동안 이른 씻김 또는 현저한 씻김을 나타내지 않는 경우 위험군에서의 간세포암 진단을 위한 소나조이드 조영증강 초음파의 또 다른 주요 영상 특징으로 고려할 수 있다. (권고등급: 조건부 권고, 근거수준 II)

쿠퍼기 씻김은 쿠퍼기에 간실질보다 낮은 조영증강 영역으로 정의되며 병변 내 감소된 쿠퍼 세포 수를 반영한다. 쿠퍼기 씻김을 소나조이드 조영증강 초음파의 주요 영상 소견으로 고려하면 간세포암 고위험군에서 간세포암 진단의 민감도가 향상된다는 이점이 있다. 이전 소나조이드 조영증강 초음파 연구에 따르면 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강이 있는 조직병리학적으로 입증된 간세포암의 7.8%-13.0%에서는 혈관기에 씻김을 보이지 않고 쿠퍼기 씻김만 보였다 (22-26). 따라서 쿠퍼기 씻김은 늦은 (≥ 60 초), 약한 씻김에 비해 추가적으로 더 많은 간세포암을 진단할 수 있다. 쿠퍼기에서만 씻김이 있는 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강은 명백한 간세포암이나(0/48) 중등도 (3/42 [7.1%]) 및 미분화 간세포암(0/6)보다 초기 간세포암 (4/16 [25%]), 결절 내 결절형 간세포암 (5/5 [100%]), 분화가 잘 된 간세포암(3/16, [18.8%])에서 더 흔하였다 (22, 23). 고위험군 환자에 대한 또 다른 전향적 연구에서, 쿠퍼기 씻김은 늦고 약한 씻김보다 (93% 대 77%-79%) 간세포암에서 더 흔한 소나조이드 조영증강 초음파 소견이었으며 (14), 이른 씻김이 없는 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강과 쿠퍼기 씻김으로 정의되는 수정된 LR-5 기준을 위험군 환자에게 적용했을 때 간세포암 진단의 양성예측도가 93.8%로 높게 보고되었다 (27).

하지만, 쿠퍼기 씻김은 간세포암에 특이적이지 않기 때문에 특이도가 감소할 위험이 있다. 따라서 쿠퍼기 씻김을 평가할 때 혈관기 동안 이른 씻김 또는 현저한 씻김 (조영제 주입 후 2 분까지 사실상 조영증강이 없는 "타공[punch-out]" 소견)의 배제와 같은 예외가 필요하다 (28). 조직병리학적으로 입증된 악성 병변을 연구한 이전 소나조이드 조영증강 초음파 연구 결과에 따르면 모든 전이 (9/9), 간내 담관암의 91.3% (21/23), 혼합 간세포-담관상피암종의 80% (4/5)에서 띠모양 동맥기 과조영증강, 이른 씻김 혹은 현저한 씻김이 나타났다 (14, 24, 27). 그럼에도 불구하고, LI-RADS 기준 (띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강 및 늦고 약한 씻김)과 쿠퍼기 씻김 기준(띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강과 쿠퍼기 씻김)을 비교한 소나조이드 조영증강 초음파의 진단 성능에 대한 연구에서 쿠퍼기 씻김 기준은 특이도의 손실 없이 간세포암 진단에 더 높은 민감도와 정확도를 보였다 [24]. 따라서 띠모양 동맥기 과조

영증강이나 혈관기 동안 이른 찢김 또는 현저한 찢김이 없다면, 고위험군을 대상으로 한 소나조이드 조영증강 초음파 검사에서 쿠퍼기 찢김이 간세포암 진단을 위한 주요 영상 소견으로 간주될 수 있다.

질문 2. 고위험 환자에서 소나조이드 조영증강 초음파를 사용하여 간세포암종을 진단하는 적절한 기준은 무엇인가?

권고: 늦고 약한 찢김 또는 쿠퍼기 찢김을 동반한 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강이 있는 고위험 환자에서 발견된 1 cm 이상의 결절을 간세포암으로 진단할 수 있다. (권고 등급: 조건부 권고, 근거수준 II)

19건의 연구에서 간세포암 진단을 위한 소나조이드 조영증강 초음파의 성능을 보고했지만 (13, 14, 27, 29-44), 68%(13/19)가 후향적 (13, 27, 29-32, 34-37, 39, 40, 42), 그리고 간세포암에 대한 자세한 진단 기준을 명확하게 기술하지 않았다는 한계점이 있다. 대부분의 연구에서는 소나조이드 조영증강 초음파의 간세포암 진단 기준으로 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강과 함께 쿠퍼기 찢김과 혈관기 동안의 늦은 찢김/약한 찢김을 병용, 또는 병용하지 않고 각각 사용하였다. 그러나 찢김의 정도 또는 시기에 대한 정의가 명시적으로 제시되지 않았으며 일부 연구에서는 늦은 찢김 및 약한 찢김과 쿠퍼기 찢김을 결합하는 방법에 대해 모호하게 기술되어 있다. 따라서 조영증강 초음파 LI-RADS와 같은 정확하고 미리 정의된 기준과 용어를 향후 연구에 적용하는 것이 바람직하다. 소나조이드와 순수 혈액조영증강 초음파를 개별적으로 비교하는 전향적 연구에서 1 cm 이상의 결절에서 늦고, 약한 찢김이 있는 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강이 있으면 간세포암이라는 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준을 채택하였다. 소나조이드 조영증강 초음파는 순수 혈액조영증강 초음파보다 유의하게 높은 민감도와 (79% 대 54%) 동일한 특이도를 (100%) 보였다 (14). 따라서 이를 근거로 간세포암종에 대한 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준을 소나조이드 조영증강 초음파에 적용할 수 있다고 결론을 내릴 수 있다.

간세포암에 대한 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준이 원래 순수 혈액조영제에 대해 개발되었다는 점을 감안할 때, 이 기준을 소나조이드 조영증강 초음파에 적용하기 위해 일부 수정이 필요할 수 있는데, 최근의 후향적 연구에서 쿠퍼기 찢김을 사용하는 수정된 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준은 특이도 손실 없이 (70% 대 64%) 기존의 약한 찢김 및 늦은 찢김을 능가하는 우수한 민감도

(83% 대 74%)를 보였다 (13). 또 다른 후향적 연구에서는 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준을 동일하게 수정하여 70%의 민감도와 93%의 특이도를 보고하였다 (27). 이러한 연구는 소나조이드 조영증강 초음파에서 쿠퍼기 찢김을 포함하는 수정된 조영증강 초음파 LI-RADS 기준이 유효함을 시사한다. 따라서 본 가이드라인에서는 고위험 환자에서 관찰된 늦은 찢김 및 약한 찢김 또는 쿠퍼기 찢김을 동반한 띠모양이 아닌 동맥기 과조영증강을 보이는 1 cm 이상의 결절을 간세포암으로 진단할 수 있음을 제안한다. 또한 비 간세포암 악성종양에서 쿠퍼기 찢김을 보일 수 있기 때문에, 특이도를 유지하기 위해 간세포암 진단에서의 쿠퍼기 찢김은 이른 찢김(<60초) 또는 혈관기 동안 현저한 찢김을 보이지 않는 경우에만 제한적으로 적용할 수 있다 (45). 또한 조영증강 초음파 LI-RADS 기준과 마찬가지로 동맥기 과조영증강은 간내 담관암의 일반적인 영상 소견인 띠모양 동맥기 과조영증강, 혈관종의 전형적 소견인 주변부 단속성 구형 조영증강이 있는 병변에 적용해서는 안 된다 (45). 여러 단면 연구에서 (13, 27) 적절한 연구 설계로 수정된 조영증강 초음파 LI-RADS 진단 기준의 성능을 보고한 점을 감안할 때 이러한 진단 기준을 조건부로 권고할 수 있다.

질문 3. 소나조이드 조영증강 초음파는 HCC 고위험 환자의 CT 또는 MRI에서 발견된 불확실한 결절을 감별 진단하는 데 사용할 수 있는가?

권고: 소나조이드 조영증강 초음파는 결절의 동맥기 과조영증강을 실시간으로 감지하고 결절 내에서 쿠퍼 세포 활성도를 보여줄 수 있기 때문에 CT 또는 MRI에서 진단이 불확실한 결절을 감별하는 데 사용할 수 있다. (권고등급: 조건부 권고, 근거수준 III)

간 전체를 평가할 수 있는 단면 영상 방식의 조영증강 CT 또는 MRI와 달리 소나조이드 조영증강 초음파는 일반적으로 간의 특정 국소 병변을 검사하기 위해 이용된다. 따라서 아시아태평양간학회 가이드라인과 대한간암학회-국립암센터 진료지침에서는 CT와 MRI로 진단되지 않은 결절에 대한 2차 영상의학적 방법으로 소나조이드 조영증강 초음파를 권고하고 있다 (46, 47). 조영증강 CT 또는 MRI에 비해 소나조이드 조영증강 초음파의 장점은 뛰어난 시간 해상도이다. 한 번 또는 여러 번의 시점에서 동맥기 영상을 얻을 수 있기 때문에 병변을 포함하는 간을 초기 혈관기부터 실시간으로 모니터링할 수 있다. 따라서 이

론적으로 소나조이드 조영증강 초음파는 제한된 시간 창이나 부적절한 영상 획득 타이밍으로 인해 조영 증강 CT 또는 MRI에서 놓친 동맥기 과조영증강을 감지할 수 있는 잠재력이 있다. 이전 연구에 따르면 소나조이드 조영증강 초음파는 조영증강 CT에서 과조영증강을 보이지 않는 병변의 29.4%와 MRI에서 과조영증강을 보이지 않는 병변의 43.2%에서 동맥기 과조영증강을 발견하였다 (48, 49).

조영증강 CT 또는 MRI에 비해 소나조이드 조영증강 초음파가 갖는 또 다른 이점은 쿠퍼기 영상획득이다. 또한, 환자 안전에 관한 면에서도 소나조이드 조영증강 초음파는 방사선 피폭의 위험이 없으며 다른 조영제 검사에 비해 안전하다고 간주된다 (50). 따라서 소나조이드 조영증강 초음파는 뛰어난 시간 해상도와 쿠퍼기 영상을 통해 조영 증강 CT 또는 MRI에서 진단을 확정하지 못한 결절의 정확한 진단을 내리는 데 사용할 수 있다.

질문 4. 소나조이드 조영증강 초음파는 간세포암과 비 간세포암 악성종양을 감별할 수 있는가?

권고: 소나조이드 조영증강 초음파는 간내 담관암 및 간전이암과 같은 비 간세포암 악성종양으로부터 간세포암을 감별할 수 있다. (권고수준: 조건부 권고, 근거수준 III)

간내 담관암은 간세포암 다음으로 흔한 원발성 간암으로 간세포암 위험이 있는 환자의 검진 과정에서 가끔 발견된다 (51). 따라서 특히 간경변증이 있는 경우 간내 담관암과 간세포암의 정확한 감별이 매우 중요하다. 회색조 초음파에서 간내 담관암은 그 크기에 따라 에코가 다른 종괴로 나타나며 대개 불규칙한 변연, 저에코 락모양, 주변 담관 확장을 동반한다 (52).

순수 혈액풀 조영증강 초음파 검사에서 간내 담관암의 전형적인 특징은 락모양 동맥기 과조영증강, 이른 씻김 및 현저한 씻김이며 (17, 32, 53-55) 조영증강 초음파 LI-RADS에서 LR-M으로 분류한다 (28). 조영제 주입 10분 후 쿠퍼기 씻김으로 표시되는 소나조이드 조영증강 초음파에서만 보일 수 있는 소견은 비 간세포암 악성종양의 진단에 대해 높은 양성 예측도를 보였다 (27). 하지만 간세포암 위험이 있는 환자에서 소나조이드 조영증강 초음파의 락모양 동맥기 과조영증강에 대해 수행한 최근 연구에서는 특이도가 100% (56/56)이지만 간내 담도암과 간세포암을 구별하는 민감도가 떨어진다고 보고하였다 (16.7%, 1/6) (27). 유사하게 강 등은 (14) 비 간세포암 악성종양 진단을 위한 락모양 동맥기 과조영증강의 민감도 범위는 40% ~ 50%

이지만 특이도는 100% (43/43)로 보고하였다. 이른 또는 현저한 씻김은 소나조이드 조영증강 초음파에서 간내 담도암과 간세포암을 구별하는데 락모양 동맥기 과조영증강보다 더 유용하였으며, 간세포암 발생의 위험이 있는 환자들 사이에서 높은 민감도(100% [6/6])와 특이도(90.6% [58/64])를 보였다 (27). 이 씻김 패턴은 간내 담도암의 낮은 종양 내 혈액량과 넓은 세포 외 간질 공간으로 인해 나타나는 것으로 (15, 56, 57), 특히 주변 정상 조직 내 쿠퍼세포의 조영제 탐식으로 인해 소나조이드 조영증강 초음파에서 씻김 정도가 더 두드러진다. 이러한 소견은 간내 담도암의 CT/MRI 소견에서 보이는 전반적이고 씻김이 없는 점진적 조영증강과는 다른데, 미세기포와 달리 CT/MRI에 사용되는 조영제는 혈관 내피를 통과해 누출되어 종양 조직의 간질에 축적될 수 있어 CT/MRI에서는 씻김을 보이지 않는다 (56, 58-60). 또한 미분화 간세포암 및 미세혈관 침범이 있는 간세포암에서도 조영증강 초음파에서 이른 씻김을 보일 수 있다 (61, 62). 한편, 현저한 쿠퍼기 씻김의 진단적 가치에 대해 상충되는 결과를 보고한 연구가 있는데, 한 연구에서는 모든 간내 담도암이 현저한 쿠퍼기 씻김을 보인데 반해 (6/6) 간세포암종의 25.0% (16/64)만이 뚜렷한 쿠퍼기 씻김을 보였다고 보고하였고 (27), 또 다른 연구에서는 쿠퍼기 씻김의 정도와 빈도가 간내 담도암 및 간세포암 간에 차이가 없다고 보고하였다 (14). 따라서 쿠퍼기에서의 현저한 씻김이 간내 담관암과 간세포암을 구별하는 역할을 할 수 있는지 밝히기 위해서는 추가 연구가 필요하다. 간 전이암은 흔한 간의 악성종양임에도 불구하고 주로 간경변이 없는 간에서 발생하므로 간내 담도암의 진단보다 덜 중요하다. 그렇지만 소나조이드 조영증강 초음파소견은 잘 알려져 있으며 락모양 동맥기 과조영증강, 문맥기 및 혈관-쿠퍼 이행기 동안의 낮은 조영증강, 쿠퍼기의 명확한 저에코성 결손이 특징이다 (5, 31, 32, 63-65).

전반적으로 소나조이드 조영증강 초음파는 국소 간 병변들의 감별진단에 높은 민감도와 특이도로 충분한 진단 성능을 보인다 (32, 36, 37, 44, 65). 그러나 락모양 동맥기 과조영증강 및 이른 씻김을 포함하여 중복되는 영상 특징을 고려할 때 간세포암, 간내 담도암 및 간전이암 사이에서 명확한 조영증강 초음파 기반 감별진단은 제한적일 수 있다.

질문 5. 소나조이드 조영증강 초음파를 고위험 환자의 간세포암 감시 도구로 사용할 수 있는가?

권고: 소나조이드 조영증강 초음파는 고위험 환자의 감시 도구로 사용될 수 있다. (권고등급: 조건부 권고, 근거수준 III)

간세포암의 고위험 환자에 대한 감시를 위해 회색조 초음파가 기본 영상검사 방법으로 널리 사용된다. 그러나 간 형태의 심한 변화나 음상이 매우 좋지 않은 환자에서 작은 간세포암을 발견하기에는 정확도가 낮아 상당히 비효율적이다 (66). 소나조이드 조영증강 초음파는 간 전체를 검사할 수 있도록 긴 시간 범위를 갖는 쿠퍼기를 제공함으로써 주로 쿠퍼기 씻김으로 나타나는 간세포암을 발견하는데 도움을 주어 회색조 초음파의 한계를 극복할 수 있다. 따라서 소나조이드 조영증강 초음파는 간암 위험이 있는 환자, 특히 거친 간예코를 가진 환자에서 작은 간세포암을 감지하는 데 특히 민감도를 높일 것으로 예상된다.

Kudo 등의 초기 연구에서 밝힌 바로는, 소나조이드 조영증강 초음파는 292명의 간경변증 환자에서 회색조 초음파에서 발견되지 않은 27개의 쿠퍼기 씻김 병변을 발견할 수 있었고 27개 병변에 대해 조영제 재주입을 실시하여 16개 병변에서 종양의 과혈관성을 확인하였으며, 조직학적으로 모두 간세포암(크기 범위: 6~13 mm)임을 확인하였다 (67). 또 다른 연구에서는 262명의 간경변 환자를 대상으로 소나조이드 조영증강 초음파 검사의 쿠퍼기 영상에서 7개의 간세포암을 포함한 9개의 추가 결절을 발견하였다 (68). 다기관 무작위 통제 시험에서 간세포암 발생 위험도가 매우 높은 일본인 환자를 대상으로 쿠퍼기를 이용한 간세포암 감시와 회색조 초음파를 이용한 기존 방법의 간세포암 감시를 비교한 결과 최초 발견 시 간세포암의 평균 크기가 회색조 초음파 그룹보다 쿠퍼기 그룹에서 훨씬 더 작았다 (13.0 mm 대 16.7 mm; $P = 0.011$) (69). 흥미롭게도 하위 그룹 분석에서 C형 간염 환자에서는 이러한 차이가 발견되었지만 B형 간염 환자에서는 그렇지 않았다. B형 간염이 우세한 한국인 환자를 대상으로 한 최근의 또 다른 전향적, 다기관, 개인 내 비교 연구(SCAN 연구)에서는 간세포암 감시 중 회색조 초음파에 소나조이드 조영증강 초음파를 추가하면 초기 간세포암의 발견률이 약간 증가하였고 (0.8% vs. 1.1%, $P = 0.160$), 위양성율(false referral rate)을 유의하게 감소시켰다 (4.4% vs. 1.1%, $P < 0.001$) (70). 아직 프로토콜이 확립되어 있지는 않지만, 소나조이드 조영증강 초음파를 간세포암 감시에 사용하는 경우, 특히 대규모 센터에서 검사 시간을 최소화하기 위해 혈관기 영상 없이 쿠퍼기 영상만 사용하는 것이 적절할 수 있고, 쿠퍼기 씻김이 있는 병변이 발견되면 소나조이드를 추가로 투여하여 결절의 과조영증강을 평가할 수 있다 (2). 반면 CT나 MRI 검사 활용이 어렵거나 신장 기능 장애가 있는 환자, 또는 CT나 MRI 조영제에 과민반응의 병력이 있는 환자의 경우에도 소나조이드 조영증강 초음파 검사를 통한 감시 검사를 고려할 수 있다.

비용 효과 검토는 제안한 검사방법이 감시 도구로 사용

될 수 있는지 여부를 결정하는 중요한 단계이며 문헌 검색 결과 단 하나의 일본 연구만이 소나조이드 조영증강 초음파의 이러한 측면을 고려하였다 (71). 무감시 그룹과 비교하여 회색조 초음파 및 소나조이드 조영증강 초음파 감시 그룹은 각각 \$17,296 미국달러(USD)/품질 조정 수명(QALY) 및 \$18,384 USD/QALY의 증분 비용 효율성 비율(ICER)을 나타내었고, 일반적으로 비용 효과가 허용되는 기준인 \$50,000 USD/QALY 미만이었다. 또한 소나조이드 조영증강 초음파 그룹을 회색조 초음파 그룹과 비교했을 때에는 ICER이 \$24,250 USD였으므로 이 때에도 소나조이드 조영증강 초음파가 비용 효과가 있다고 할 수 있다. 그러나 그 연구는 만성 C형 간염의 자연경과를 기반으로 한 의사 결정 모델과 일본에서 발표된 문헌만을 기반으로 한 비용 데이터를 사용했기 때문에 국내 사정에 일반화하여 적용하기는 어려운 단점이 있다.

질문 6. 소나조이드 조영증강 초음파는 간세포암의 국소치료법의 유도검사로써 도움이 되는가?

권고: 소나조이드 조영증강 초음파는 회색조 초음파에서 눈에 띄지 않는 작은 간세포암의 발견 가능성과 선명도를 증가시키기 때문에 국소치료를 유도하는 데 도움이 된다. (권고등급: 강한 권고, 근거수준 II)

일반적으로 간세포암의 국소치료법은 편리성과 실시간성 때문에 초음파 유도 하에서 시행된다. 간세포 특이 조영제 및 확산 강조 영상과 같은 최신 MRI 기술은 매우 작은 간세포암을 진단할 수 있지만 (72, 73) 이러한 작은 간세포암은 회색조 초음파에서 잘 보이지 않는 경향이 있기 때문에 초음파 유도 시 위치를 찾아 치료하는 것이 어려울 수 있다 (74). 소나조이드 조영증강 초음파의 쿠퍼기라는 고유한 특징은 표적 병변과 정상 간 실질 조직의 에코 발생 차이를 통해 간세포암의 민감도를 높인다는 장점이 있고 (2), 또한 쿠퍼기는 소나조이드 정맥 주사 후 60-120분 동안 지속되며 (24), 이러한 긴 시간범위는 작은 간세포암에 대한 국소치료를 가능하게 한다.

많은 연구에서 소나조이드 조영증강 초음파 유도 고주파 열치료술(RFA)이 회색조 초음파 유도검사에 비해 치료효과를 달성하는 데 필요한 국소치료의 세션 수를 줄이고 병변 발견이 우수하다는 강점을 입증하였다 (39, 75-77). 이전 연구에 따르면 소나조이드 조영증강 초음파는 회색조 초음파 단독보다 52명의 환자에서 69개의 결절을 더 발견하였다. 소나조이드 조영증강 초음파와 회색조 초음파를

이용한 간세포암의 발견율은 각각 93.2%와 83.5%였다 ($P = 0.04$) (39). 이 등의 전향적 연구에 따르면 (76), 쿠퍼기 영상은 회색조 초음파와 비교하여 31개의 간세포암(31/43, 72%)이 있는 29명의 환자에서 병변의 선명도와 시술자의 진단 신뢰도를 증가시켰다. 또한 소나조이드 조영증강 초음파 유도는 회색조 초음파 유도 단독으로 치료 시 필요한 치료 세션 횟수와 비교하여 세션 수를 줄일 수 있었고 (39, 77), 지속적인 국소 종양 제어를 통해 회색조 초음파 유도보다 더 나은 치료 결과로 이어질 수 있었다 (78). Minami 등의 연구에 따르면 (77), 지속적인 국소재발 억제율은 회색조 초음파 유도 그룹보다 조영증강 초음파 유도 RFA 그룹에서 더 높았다. (1년 국소재발 억제율 92.1% 대 76.3%; 2년 국소재발 억제율 85.3% 대 66.4%)

또한 CT나 MRI를 이용한 초음파 융합 영상은 간세포암에 대한 국소치료법 중 목표 종양을 찾기 위해 종종 사용된다. 소나조이드 조영증강 초음파를 사용한 융합 영상 역시 간세포암에 대한 국소치료법의 기술적 타당성과 병변 선명도를 개선하는 강력한 도구가 될 수 있다 (79).

질문 7. 경동맥 화학색전술 (TACE) 또는 고주파열치료 (RFA)를 시행받은 환자에서 간세포암의 치료 반응을 평가하기 위해 소나조이드 조영증강 초음파를 사용하는 것이 적절한가?

권고: 조영증강 초음파에서 3개 미만의 지표 종양이 관찰되는 경우 소나조이드 조영증강 초음파는 TACE 또는 RFA 후 치료 반응을 평가하는 데 유용할 수 있다. (Recommendation level: conditionally recommended, Evidence level III)

일반적으로 간세포암종의 치료 반응을 평가하기 위해 조영증강 CT나 MRI를 이용하며 그 효과는 널리 검증되어 있다. 또한 상대적으로 제한적이긴 하지만, 국소 치료 후 간세포암의 반응을 평가하기 위해 소나조이드 조영증강 초음파의 유용성을 검정한 여러 연구가 있다 (80-82). 초음파 유도 RFA를 시행한 환자에서 추가 치료가 필요한지 확인하기 위해 소나조이드 조영증강 초음파를 이용하여 시술 3시간 후 간세포암의 생존 부위 여부를 평가하였고 (81), 또 다른 연구에서는 소나조이드 조영증강 초음파가 간세포암의 RFA 후 5 mm 이상의 치료 변연 확보 여부의 평가에 있어서 조영증강 CT보다 더 민감 하였다고 보고하였다 (80). 또한 간세포암에 대한 RFA와 TACE 이후 소나조이드를 이용한 일련의 조영증강 초음파 검사가 동적 조영증강 CT보다 국소 재발 진단에 더 정확하고 관찰자의 경험에 덜 영

향을 받았다는 보고가 있었다 (83). 또한 TACE 또는 경동맥 방사선색전술 후의 치료 목표 종양의 경우에도 소나조이드 조영증강 초음파는 간세포암의 생존부위 여부나 치료 반응을 평가하는 데 도움이 되었다 (84-86). 그러나 대부분의 연구에서 환자 수가 충분하지 않고 무작위 대조 시험이 없기 때문에 강력한 권고를 하기에는 임상적 근거가 부족하였다.

여러 연구들은 방사선 요법 및 전신 항암 요법 후 소나조이드 조영증강 초음파 및 관류 매개변수가 치료 반응을 예측하는 데 유용하다는 사실을 밝혔는데, Funaoka 등은 소나조이드 조영증강 초음파가 방사선 치료 후 간세포암을 평가하는 데 도움이 된다고 보고했고 (87), 소라페닙과 같은 전신 항암 제제로 간세포암을 치료한 후 관류 매개변수를 검사하거나 조영증강 여부를 평가하기 위해 소나조이드 조영증강 초음파를 사용하는 것이 치료 반응을 예측하는 데 도움이 되었다고 하였다 (88-91). 그러나 국소적 치료와 마찬가지로 대부분의 연구는 50명 미만 적은 수의 환자를 연구대상으로 하였으며 평가 매개변수가 확립되지 않은 예비 연구 설계를 가지고 있었다. 또한 조영증강 초음파를 이용한 관류 매개변수나 조영증강 패턴 평가는 임상에 바로 적용하기가 복잡하여 방사선 치료나 전신 항암 치료 후 간세포암을 평가하는 일반적인 방법으로 소나조이드 조영증강 초음파를 추천하기는 어렵고, 소나조이드 조영증강 초음파는 적은 수의 지표 종양이 동시에 관찰될 수 있는 경우 간세포암의 반응을 평가하기 위한 보완 옵션이 될 수 있다.

결론

국소 간 병변에 대한 소나조이드 사용을 승인 받은 국가 수가 증가함에 따라 발표되는 연구의 숫자가 증가하고 있으며, 소나조이드 조영증강 초음파를 사용한 간세포암의 진단 기준이 포함된 가이드라인의 필요성이 대두하고 있다. 이 가이드라인은 소나조이드 조영증강 초음파에 대한 최대한 많은 문헌을 수집한 후 해당 분야 전문가들의 심층적인 검토와 공정한 합의 과정을 거쳐 개발되었으며, 향후 의료진이 간세포암 위험 환자에게 소나조이드 조영증강 초음파를 시행하고 그 결과를 치료에 활용하고자 하는 임상적 결정에 도움이 될 것으로 기대한다.

ORCID: Woo Kyoung Jeong: <https://orcid.org/0000-0002-0676-2116>; Hyo-Jin Kang: <https://orcid.org/0000-0002-6771-2112>; Sang Hyun Choi: <https://orcid.org/0000-0002-6898-6617>; Mi-Suk Park: <https://orcid.org/0000-0001-5817-2444>; Mi Hye Yu: <https://orcid.org/0000-0003-0519-7853>; Bohyun Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1157-415X>; Myung-Won You: <https://orcid.org/0000-0001-6262-5784>;

Sanghyeok Lim: <https://orcid.org/0000-0002-1607-3744>; Young Seo Cho: <https://orcid.org/0000-0003-4034-7271>; Min Woo Lee: <https://orcid.org/0000-0001-9048-9011>; Jeong Ah Hwang: <https://orcid.org/0000-0002-8012-995X>; Jae Young Lee: <https://orcid.org/0000-0001-6946-6042>; Jung Hoon Kim: <https://orcid.org/0000-0002-8090-7758>; Ijin Joo: <https://orcid.org/0000-0002-1341-4072>; Jae Seok Bae: <https://orcid.org/0000-0003-2768-7917>; So Yeon Kim: <https://orcid.org/0000-0001-6853-8577>; Yong Eun Chung: <https://orcid.org/0000-0003-0811-9578>; Dong Hwan Kim: <https://orcid.org/0000-0002-2932-2367>; Jeong Min Lee: <https://orcid.org/0000-0003-0561-8777>

Funding

Required funding was provided by KSR and KSAR. Both KSR and KSAR had no influence on the content of the guideline.

Conflict of Interest

Woo Kyoung Jeong received honorarium from GE Healthcare and Bayer; Hyo-Jin Kang received honorarium from GE Healthcare; Mi-Suk Park received grant from GE Healthcare and Guerbet; Bohyun Kim was a consultant for Samsung Medison; Min Woo Lee received honorarium from Bracco, Starmed, Bonston Scientific, and Medtronic, and was a consultant for Starmed and Medtronic; Jeong Ah Hwang received honorarium from GE Healthcare; Jae Young Lee received grant from Canon Healthcare, Siemens Healthcare, Alpinion Medical System, and GE Healthcare and received honorarium from Philips, Canon Healthcare, GE Healthcare, Alpinion Medical System, and Siemens Healthcare; Jung Hoon Kim received honorarium from GE Healthcare; Ijin Joo received honorarium from Samsung Medison; So Yeon Kim received grant from Bayer Healthcare and Canon Healthcare; Jeong Min Lee received grant from Bayer Healthcare, Canon Healthcare, Siemens Healthcare, GE Healthcare, CMS, Guerbet, Samsung Medison, Starmed, RF medical, Clarify, and Dongkuk Pharma and received honorarium from Samsung Medison, Philips, GE Healthcare, Bayer, Guerbet, and Clarify.

Acknowledgement

The authors would like to thank Dr. Mi Young Choi (National Evidence-based Healthcare Collaborating

Agency), Chang Hee Cho (The Korean Society of Radiology) and Euisoo Shin (University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Library) for consulting on the evidence search and guideline development process.

This article is a republication of the original paper published in English in the Korean Journal of Radiology (Korean J Radiol 2023;24:482-497) translated into Korean with the original publisher's consent.

Supplementary Material

The Supplement is available with this article at <https://doi.org/10.52668/kjar.2023.00038>

참 고 문 헌

1. Frinking P, Segers T, Luan Y, Tranquart F. Three Decades of Ultrasound Contrast Agents: A Review of the Past, Present and Future Improvements. *Ultrasound Med Biol* 2020;46:892-908.
2. Lee JY, Minami Y, Choi BI, Lee WJ, Chou YH, Jeong WK, et al. The AFSUMB Consensus Statements and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound using Sonazoid. *Ultrasonography* 2020;39:191-220.
3. Yang Y, Liu C, Yan J, Liu K. Perfluorobutane contrast-enhanced ultrasonography for the diagnosis of HCC: a systematic review and meta-analysis. *Abdom Radiol (NY)* 2021;46:4619-4628.
4. Centre for Evidence-based Medicine Oxford University. Levels of Evidence. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>. Accessed Aug 30, 2022.
5. Dietrich CF, Nolsoe CP, Barr RG, Berzigotti A, Burns PN, Cantisani V, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver-Update 2020 WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS. *Ultrasound Med Biol* 2020;46:2579-2604.
6. Shunichi S, Hiroko I, Fuminori M, Waki H. Definition of contrast enhancement phases of the liver using a perfluorobased microbubble agent, perflubutane microbubbles. *Ultrasound Med Biol* 2009;35:1819-1827.
7. Kang HJ, Kim JH, Yoo J, Han JK. Diagnostic criteria of

- perfluorobutane-enhanced ultrasonography for diagnosing hepatocellular carcinoma in high-risk individuals: how is late washout determined? *Ultrasonography* 2022;41:530-542.
8. Choi JY, Lee JM, Sirlin CB. CT and MR imaging diagnosis and staging of hepatocellular carcinoma: part I. Development, growth, and spread: key pathologic and imaging aspects. *Radiology* 2014;272:635-654.
 9. Korean Liver Cancer Association, National Cancer Center. 2018 Korean Liver Cancer Association–National Cancer Center Korea practice guidelines for the management of hepatocellular carcinoma. *Korean J Radiol* 2019;20:1042-1113.
 10. Chernyak V, Fowler KJ, Kamaya A, Kieler AZ, Elsayes KM, Bashir MR, et al. Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) Version 2018: Imaging of Hepatocellular Carcinoma in At-Risk Patients. *Radiology* 2018;289:816-830.
 11. Korean Liver Cancer A, National Cancer Center K. 2022 KLCA-NCC Korea Practice Guidelines for the Management of Hepatocellular Carcinoma. *Korean J Radiol* 2022;23:1126-1240.
 12. Joo I, Lee JM, Koh YH, Choi SH, Lee S, Chung JW. 2022 Korean Liver Cancer Association-National Cancer Center Korea Practice Guidelines for Imaging Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma: What's New? *Korean J Radiol* 2023;24:1-5.
 13. Hwang JA, Jeong WK, Min JH, Kim YY, Heo NH, Lim HK. Sonazoid-enhanced ultrasonography: comparison with CT/MRI Liver Imaging Reporting and Data System in patients with suspected hepatocellular carcinoma. *Ultrasonography* 2021;40:486-498.
 14. Kang HJ, Lee JM, Yoon JH, Lee K, Kim H, Han JK. Contrast-enhanced US with Sulfur Hexafluoride and Perfluorobutane for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma in Individuals with High Risk. *Radiology* 2020;297:108-116.
 15. Vilana R, Forner A, Bianchi L, Garcia-Criado A, Rimola J, de Lope CR, et al. Intrahepatic Peripheral Cholangiocarcinoma in Cirrhosis Patients May Display a Vascular Pattern Similar to Hepatocellular Carcinoma on Contrast-Enhanced Ultrasound. *Hepatology* 2010;51:2020-2029.
 16. Han J, Liu Y, Han F, Li Q, Yan C, Zheng W, et al. The Degree of Contrast Washout on Contrast-Enhanced Ultrasound in Distinguishing Intrahepatic Cholangiocarcinoma from Hepatocellular Carcinoma. *Ultrasound Med Biol* 2015;41:3088-3095.
 17. Wildner D, Bernatik T, Greis C, Seitz K, Neurath MF, Strobel D. CEUS in hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocellular carcinoma in 320 patients - early or late washout matters: a subanalysis of the DEGUM multicenter trial. *Ultraschall Med* 2015;36:132-139.
 18. Zhang HC, Zhu T, Hu RF, Wu L. Contrast-enhanced ultrasound imaging features and clinical characteristics of combined hepatocellular cholangiocarcinoma: comparison with hepatocellular carcinoma and cholangiocarcinoma. *Ultrasonography* 2020;39:356-366.
 19. Yang HK, Burns PN, Jang HJ, Kono Y, Khalili K, Wilson SR, et al. Contrast-enhanced ultrasound approach to the diagnosis of focal liver lesions: the importance of washout. *Ultrasonography* 2019;38:289-301.
 20. Terzi E, Iavarone M, Pompili M, Veronese L, Cabibbo G, Fraquelli M, et al. Contrast ultrasound LI-RADS LR-5 identifies hepatocellular carcinoma in cirrhosis in a multicenter retrospective study of 1,006 nodules. *J Hepatol* 2018;68:485-492.
 21. Saito A, Yamamoto M, Katagiri S, Yamashita S, Nakano M, Morizane T. Early hemodynamics of hepatocellular carcinoma using contrast-enhanced ultrasound with Sonazoid: focus on the pure arterial and early portal phases. *Glob Health Med* 2020;2:319-327.
 22. Kudo M, Hatanaka K, Inoue T, Maekawa K. Depiction of portal supply in early hepatocellular carcinoma and dysplastic nodule: value of pure arterial ultrasound imaging in hepatocellular carcinoma. *Oncology* 2010;78 Suppl 1:60-67.
 23. Takahashi M, Maruyama H, Ishibashi H, Yoshikawa M, Yokosuka O. Contrast-enhanced ultrasound with perflubutane microbubble agent: evaluation of differentiation of hepatocellular carcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W123-131.
 24. Hwang JA, Jeong WK, Kang HJ, Lee ES, Park HJ, Lee JM. Perfluorobutane-enhanced ultrasonography with a Kupffer phase: improved diagnostic sensitivity for hepatocellular carcinoma. *Eur Radiol* 2022.
 25. Inoue T, Kudo M, Hatanaka K, Takahashi S, Kitai S, Ueda T, et al. Imaging of hepatocellular carcinoma: qualitative and quantitative analysis of postvascular phase contrast-enhanced ultrasonography with sonazoid. Comparison with superparamagnetic iron oxide magnetic resonance images. *Oncology* 2008;75 Suppl 1:48-54.
 26. Yang WY, Park HS, Kim YJ, Yu MH, Jung SI, Jeon HJ. Visibility

- of focal liver lesions: Comparison between kupffer phase of CEUS with sonazoid and hepatobiliary phase of gadoxetic acid-enhanced MRI. *J Clin Ultrasound* 2017;45:542-550.
27. Sugimoto K, Kakegawa T, Takahashi H, Tomita Y, Abe M, Yoshimasu Y, et al. Usefulness of Modified CEUS LI-RADS for the Diagnosis of Hepatocellular Carcinoma Using Sonazoid. *Diagnostics (Basel)* 2020;10.
 28. American College of Radiology. CEUS LI-RADS® v2017. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-v2017>.
 29. Alaboudy A, Inoue T, Hatanaka K, Chung H, Hyodo T, Kumano S, et al. Usefulness of combination of imaging modalities in the diagnosis of hepatocellular carcinoma using Sonazoid(R)-enhanced ultrasound, gadolinium diethylene-triamine-pentaacetic acid-enhanced magnetic resonance imaging, and contrast-enhanced computed tomography. *Oncology* 2011;81 Suppl 1:66-72.
 30. Goto E, Masuzaki R, Tateishi R, Kondo Y, Imamura J, Goto T, et al. Value of post-vascular phase (Kupffer imaging) by contrast-enhanced ultrasonography using Sonazoid in the detection of hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol* 2012;47:477-485.
 31. Hatanaka K, Kudo M, Minami Y, Maekawa K. Sonazoid-enhanced ultrasonography for diagnosis of hepatic malignancies: comparison with contrast-enhanced CT. *Oncology* 2008;75 Suppl 1:42-47.
 32. Hatanaka K, Kudo M, Minami Y, Ueda T, Tatsumi C, Kitai S, et al. Differential diagnosis of hepatic tumors: value of contrast-enhanced harmonic sonography using the newly developed contrast agent, Sonazoid. *Intervirolgy* 2008;51 Suppl 1:61-69.
 33. Hsiao CY, Chen PD, Huang KW. A Prospective Assessment of the Diagnostic Value of Contrast-Enhanced Ultrasound, Dynamic Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging for Patients with Small Liver Tumors. *J Clin Med* 2019;8.
 34. Kan M, Hiraoka A, Uehara T, Hidaka S, Ichiryu M, Nakahara H, et al. Evaluation of contrast-enhanced ultrasonography using perfluorobutane (Sonazoid(®)) in patients with small hepatocellular carcinoma: comparison with dynamic computed tomography. *Oncol Lett* 2010;1:485-488.
 35. Kawada N, Ohkawa K, Tanaka S, Matsunaga T, Uehara H, Ioka T, et al. Improved diagnosis of well-differentiated hepatocellular carcinoma with gadolinium ethoxybenzyl diethylene triamine pentaacetic acid-enhanced magnetic resonance imaging and Sonazoid contrast-enhanced ultrasonography. *Hepatol Res* 2010;40:930-936.
 36. Luo W, Numata K, Morimoto M, Kondo M, Takebayashi S, Okada M, et al. Focal liver tumors: characterization with 3D perflubutane microbubble contrast agent-enhanced US versus 3D contrast-enhanced multidetector CT. *Radiology* 2009;251:287-295.
 37. Luo W, Numata K, Morimoto M, Nozaki A, Ueda M, Kondo M, et al. Differentiation of focal liver lesions using three-dimensional ultrasonography: retrospective and prospective studies. *World J Gastroenterol* 2010;16:2109-2119.
 38. Lv K, Zhai H, Jiang Y, Liang P, Xu HX, Du L, et al. Prospective assessment of diagnostic efficacy and safety of Sonazoid(TM) and SonoVue(®) ultrasound contrast agents in patients with focal liver lesions. *Abdom Radiol (NY)* 2021;46:4647-4659.
 39. Masuzaki R, Shiina S, Tateishi R, Yoshida H, Goto E, Sugioka Y, et al. Utility of contrast-enhanced ultrasonography with Sonazoid in radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *J Gastroenterol Hepatol* 2011;26:759-764.
 40. Mita K, Kim SR, Kudo M, Imoto S, Nakajima T, Ando K, et al. Diagnostic sensitivity of imaging modalities for hepatocellular carcinoma smaller than 2 cm. *World J Gastroenterol* 2010;16:4187-4192.
 41. Moriyasu F, Itoh K. Efficacy of perflubutane microbubble-enhanced ultrasound in the characterization and detection of focal liver lesions: phase 3 multicenter clinical trial. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:86-95.
 42. Sugimoto K, Kim SR, Imoto S, Tohyama M, Kim SK, Matsuoka T, et al. Characteristics of Hypovascular versus Hypervascular Well-Differentiated Hepatocellular Carcinoma Smaller Than 2 cm - Focus on Tumor Size, Markers and Imaging Detectability. *Dig Dis* 2015;33:721-727.
 43. Sugimoto K, Moriyasu F, Takeuchi H, Kojima M, Ogawa S, Sano T, et al. Optimal injection rate of ultrasound contrast agent for evaluation of focal liver lesions using an automatic power injector: a pilot study. *Springerplus* 2016;5:749.
 44. Zhai HY, Liang P, Yu J, Cao F, Kuang M, Liu FY, et al. Comparison of Sonazoid and SonoVue in the Diagnosis of Focal Liver Lesions: A Preliminary Study. *J Ultrasound Med* 2019;38:2417-2425.
 45. Wilson SR, Lyschik A, Piscaglia F, Cosgrove D, Jang HJ, Sirlin C, et al. CEUS LI-RADS: algorithm, implementation, and key differences from CT/MRI. *Abdom Radiol (NY)* 2018;43:127-142.
 46. Omata M, Cheng AL, Kokudo N, Kudo M, Lee JM, Jia J, et al.

- Asia-Pacific clinical practice guidelines on the management of hepatocellular carcinoma: a 2017 update. *Hepatol Int* 2017;11:317-370.
47. Korean Liver Cancer A, National Cancer Center K. 2022 KLCA-NCC Korea practice guidelines for the management of hepatocellular carcinoma. *Clin Mol Hepatol* 2022;28:583-705.
 48. Mandai M, Koda M, Matono T, Nagahara T, Sugihara T, Ueki M, et al. Assessment of hepatocellular carcinoma by contrast-enhanced ultrasound with perfluorobutane microbubbles: comparison with dynamic CT. *Br J Radiol* 2011;84:499-507.
 49. Wang FQ, Numata K, Chuma M, Miwa H, Moriya S, Ogushi K, et al. A study on the inconsistency of arterial phase hypervascularity detection between contrast-enhanced ultrasound using sonazoid and gadolinium-ethoxybenzyl-diethylenetriamine penta-acetic acid magnetic resonance imaging of hepatocellular carcinoma lesions. *J Med Ultrason* 2021;48:215-224.
 50. Chou YH, Liang JD, Wang SY, Hsu SJ, Hu JT, Yang SS, et al. Safety of Perfluorobutane (Sonazoid) in Characterizing Focal Liver Lesions. *J Med Ultrasound* 2019;27:81-85.
 51. Bridgewater J, Galle PR, Khan SA, Llovet JM, Park JW, Patel T, et al. Guidelines for the diagnosis and management of intrahepatic cholangiocarcinoma. *J Hepatol* 2014;60:1268-1289.
 52. Chung YE, Kim MJ, Park YN, Choi JY, Pyo JY, Kim YC, et al. Varying appearances of cholangiocarcinoma: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2009;29:683-700.
 53. Chen LD, Xu HX, Xie XY, Xie XH, Xu ZF, Liu GJ, et al. Intrahepatic cholangiocarcinoma and hepatocellular carcinoma: differential diagnosis with contrast-enhanced ultrasound. *Eur Radiol* 2010;20:743-753.
 54. Li R, Yuan MX, Ma KS, Li XW, Tang CL, Zhang XH, et al. Detailed analysis of temporal features on contrast enhanced ultrasound may help differentiate intrahepatic cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma in cirrhosis. *PLoS One* 2014;9:e98612.
 55. Dietrich CF, Cui XW, Boozari B, Hocke M, Ignee A. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the diagnostic algorithm of hepatocellular and cholangiocellular carcinoma, comments on the AASLD guidelines. *Ultraschall Med* 2012;33 Suppl 1:S57-66.
 56. Jo PC, Jang HJ, Burns PN, Burak KW, Kim TK, Wilson SR. Integration of Contrast-enhanced US into a Multimodality Approach to Imaging of Nodules in a Cirrhotic Liver: How I Do It. *Radiology* 2017;282:317-331.
 57. Burns PN, Wilson SR. Focal liver masses: enhancement patterns on contrast-enhanced images--concordance of US scans with CT scans and MR images. *Radiology* 2007;242:162-174.
 58. Rimola J, Forner A, Reig M, Vilana R, de Lope CR, Ayuso C, et al. Cholangiocarcinoma in cirrhosis: absence of contrast washout in delayed phases by magnetic resonance imaging avoids misdiagnosis of hepatocellular carcinoma. *Hepatology* 2009;50:791-798.
 59. D'Onofrio M, Vecchiato F, Cantisani V, Barbi E, Passamonti M, Ricci P, et al. Intrahepatic peripheral cholangiocarcinoma (IPCC): comparison between perfusion ultrasound and CT imaging. *Radiol Med* 2008;113:76-86.
 60. Patel S, Saito A, Yoneda Y, Hayano T, Shiratori K. Comparing enhancement and washout patterns of hepatic lesions between sonazoid-enhanced ultrasound and contrast-enhanced computed tomography. *J Med Ultrason* (2001) 2010;37:167-173.
 61. Feng Y, Qin XC, Luo Y, Li YZ, Zhou X. Efficacy of contrast-enhanced ultrasound washout rate in predicting hepatocellular carcinoma differentiation. *Ultrasound Med Biol* 2015;41:1553-1560.
 62. Zhu W, Qing X, Yan F, Luo Y, Li Y, Zhou X. Can the Contrast-Enhanced Ultrasound Washout Rate Be Used to Predict Microvascular Invasion in Hepatocellular Carcinoma? *Ultrasound Med Biol* 2017;43:1571-1580.
 63. Leoni S, Serio I, Pecorelli A, Marinelli S, Bolondi L. Contrast-enhanced ultrasound in liver cancer. *Hepat Oncol* 2015;2:51-62.
 64. Lee JY, Minami Y, Choi BI, Lee WJ, Chou YH, Jeong WK, et al. The AFSUMB Consensus Statements and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound using Sonazoid. *J Med Ultrasound* 2020;28:59-82.
 65. Luo W, Numata K, Kondo M, Morimoto M, Sugimori K, Hirasawa K, et al. Sonazoid-enhanced ultrasonography for evaluation of the enhancement patterns of focal liver tumors in the late phase by intermittent imaging with a high mechanical index. *J Ultrasound Med* 2009;28:439-448.
 66. Son JH, Choi SH, Kim SY, Jang HY, Byun JH, Won HJ, et al. Validation of US Liver Imaging Reporting and Data System Version 2017 in Patients at High Risk for Hepatocellular Carcinoma. *Radiology* 2019;292:390-397.
 67. Kudo M, Hatanaka K, Kumada T, Toyoda H, Tada T.

- Double-contrast ultrasound: a novel surveillance tool for hepatocellular carcinoma. *Am J Gastroenterol* 2011;106:368-370.
68. Kudo M, Hatanaka K, Maekawa K. Newly developed novel ultrasound technique, defect reperfusion ultrasound imaging, using sonazoid in the management of hepatocellular carcinoma. *Oncology* 2010;78 Suppl 1:40-45.
 69. Kudo M, Ueshima K, Osaki Y, Hirooka M, Imai Y, Aso K, et al. B-Mode Ultrasonography versus Contrast-Enhanced Ultrasonography for Surveillance of Hepatocellular Carcinoma: A Prospective Multicenter Randomized Controlled Trial. *Liver Cancer* 2019;8:271-280.
 70. Park JH, Park MS, Lee SJ, Jeong WK, Lee JY, Park MJ, et al. Contrast-enhanced US with Perfluorobutane for Hepatocellular Carcinoma Surveillance: A Multicenter Diagnostic Trial (SCAN). *Radiology* 2019;292:638-646.
 71. Tanaka H, Iijima H, Nouse K, Aoki N, Iwai T, Takashima T, et al. Cost-effectiveness analysis on the surveillance for hepatocellular carcinoma in liver cirrhosis patients using contrast-enhanced ultrasonography. *Hepatol Res* 2012;42:376-384.
 72. Kim JE, Kim SH, Lee SJ, Rhim H. Hypervascular hepatocellular carcinoma 1 cm or smaller in patients with chronic liver disease: characterization with gadoxetic acid-enhanced MRI that includes diffusion-weighted imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W758-765.
 73. Park MJ, Kim YK, Lee MW, Lee WJ, Kim YS, Kim SH, et al. Small hepatocellular carcinomas: improved sensitivity by combining gadoxetic acid-enhanced and diffusion-weighted MR imaging patterns. *Radiology* 2012;264:761-770.
 74. Lee MW, Kim YJ, Park HS, Yu NC, Jung SI, Ko SY, et al. Targeted sonography for small hepatocellular carcinoma discovered by CT or MRI: factors affecting sonographic detection. *AJR Am J Roentgenol* 2010;194:W396-400.
 75. Dohmen T, Kataoka E, Yamada I, Miura K, Ohshima S, Shibuya T, et al. Efficacy of contrast-enhanced ultrasonography in radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *Intern Med* 2012;51:1-7.
 76. Lee SJ, Won HJ, Kim KW, Shin YM, Kim PN. Value of contrast-enhanced sonography of small hepatocellular carcinoma with sonazoid prior to radiofrequency ablation. *J Clin Ultrasound* 2017;45:383-390.
 77. Minami Y, Kudo M, Hatanaka K, Kitai S, Inoue T, Hagiwara S, et al. Radiofrequency ablation guided by contrast harmonic sonography using perfluorocarbon microbubbles (Sonazoid) for hepatic malignancies: an initial experience. *Liver Int* 2010;30:759-764.
 78. Min JH, Lim HK, Lim S, Kang TW, Song KD, Choi SY, et al. Radiofrequency ablation of very-early-stage hepatocellular carcinoma inconspicuous on fusion imaging with B-mode US: value of fusion imaging with contrast-enhanced US. *Clin Mol Hepatol* 2014;20:61-70.
 79. Lee MW, Lim HK, Rhim H, Cha DI, Kang TW, Song KD, et al. Percutaneous Radiofrequency Ablation of Small (1-2 cm) Hepatocellular Carcinomas Inconspicuous on B-Mode Ultrasonographic Imaging: Usefulness of Combined Fusion Imaging with MRI and Contrast-Enhanced Ultrasonography. *Can J Gastroenterol Hepatol* 2018;2018:7926923.
 80. Inoue T, Kudo M, Hatanaka K, Arizumi T, Takita M, Kitai S, et al. Usefulness of contrast-enhanced ultrasonography to evaluate the post-treatment responses of radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: comparison with dynamic CT. *Oncology* 2013;84 Suppl 1:51-57.
 81. Nishigaki Y, Hayashi H, Tomita E, Suzuki Y, Watanabe N, Watanabe S, et al. Usefulness of contrast-enhanced ultrasonography using Sonazoid for the assessment of therapeutic response to percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. *Hepatol Res* 2015;45:432-440.
 82. Takahashi M, Maruyama H, Shimada T, Kamezaki H, Okabe S, Kanai F, et al. Linear enhancement after radio-frequency ablation for hepatocellular carcinoma: is it a sign of recurrence? *Ultrasound Med Biol* 2012;38:1902-1910.
 83. Shiozawa K, Watanabe M, Takayama R, Takahashi M, Wakui N, Iida K, et al. Evaluation of local recurrence after treatment for hepatocellular carcinoma by contrast-enhanced ultrasonography using Sonazoid: comparison with dynamic computed tomography. *J Clin Ultrasound* 2010;38:182-189.
 84. Shiozawa K, Matsui T, Murakami T, Watanabe M, Maetani I. Predicting Therapeutic Efficacy of Transarterial Chemoembolization with Drug-Eluting Beads for Hepatocellular Carcinoma Using Contrast-Enhanced Ultrasound. *Diagnostics (Basel)* 2021;11.
 85. Takizawa K, Numata K, Morimoto M, Kondo M, Nozaki A, Moriya S, et al. Use of contrast-enhanced ultrasonography with a perflubutane-based contrast agent performed one day after transarterial chemoembolization for the early assessment of residual viable hepatocellular carcinoma. *Eur J Radiol* 2013;82:1471-1480.
 86. Xia Y, Kudo M, Minami Y, Hatanaka K, Ueshima K, Chung

- H, et al. Response evaluation of transcatheter arterial chemoembolization in hepatocellular carcinomas: the usefulness of sonazoid-enhanced harmonic sonography. *Oncology* 2008;75 Suppl 1:99-105.
87. Funaoka A, Numata K, Takeda A, Saigusa Y, Tsurugai Y, Nihonmatsu H, et al. Use of Contrast-Enhanced Ultrasound with Sonazoid for Evaluating the Radiotherapy Efficacy for Hepatocellular Carcinoma. *Diagnostics (Basel)* 2021;11.
88. Kamachi N, Nakano M, Okamura S, Niizeki T, Iwamoto H, Shimose S, et al. Evaluating the therapeutic effect of lenvatinib against advanced hepatocellular carcinoma by measuring blood flow changes using contrast-enhanced ultrasound. *Cancer Rep (Hoboken)* 2022;5:e1471.
89. Shiozawa K, Watanabe M, Ikehara T, Shimizu R, Shinohara M, Igarashi Y, et al. Evaluation of sorafenib for advanced hepatocellular carcinoma with low alpha-fetoprotein in arrival time parametric imaging using contrast-enhanced ultrasonography. *J Med Ultrason (2001)* 2017;44:101-107.
90. Shiozawa K, Watanabe M, Ikehara T, Kogame M, Kikuchi Y, Igarashi Y, et al. Therapeutic evaluation of sorafenib for hepatocellular carcinoma using contrast-enhanced ultrasonography: Preliminary result. *Oncol Lett* 2016;12:579-584.
91. Sugimoto K, Moriyasu F, Saito K, Rognin N, Kamiyama N, Furuichi Y, et al. Hepatocellular carcinoma treated with sorafenib: early detection of treatment response and major adverse events by contrast-enhanced US. *Liver Int* 2013;33:605-615.

소나조이드 조영제 초음파검사를 사용한 간세포암의 진단 가이드라인: 2023 대한영상의학회-대한복부영상의학회 권고문

정우경¹, 강효진², 최상현³, 박미숙⁴, 유미혜⁵, 김보현⁶, 유명원⁷, 임상혁⁸, 조영서⁹, 이민우¹, 황정아¹, 이재영², 김정훈², 주이진², 배재석², 김소연³, 정용은⁴, 김동환⁶, 이정민²

¹성균관의대 삼성서울병원 영상의학과, ²서울의대 서울대병원 영상의학과, ³울산의대 서울아산병원 영상의학과, ⁴연세의대 세브란스병원 영상의학과, ⁵건국의대 건국대학교병원 영상의학과, ⁶가톨릭의대 서울성모병원 영상의학과, ⁷경희의대 경희대학교병원 영상의학과, ⁸순천향의대 순천향부천병원 영상의학과, ⁹한양의대 한양대구리병원 영상의학과

초 록

소나조이드는 2세대 초음파 조영제로 최근 간결절 진단에 활용되기 위한 목적으로 도입되었다. 대한영상의학회와 대한복부영상의학회는 공동으로 소나조이드 조영증강 초음파 검사를 통한 간세포암 진단 가이드라인을 마련했으며, 근거 검색을 통해 새롭게 개발한 권고문에 대해 전자 투표로 개발자 간 합의를 통하여 권고문을 선택하였다. 본 가이드라인은 올바른 검사를 위한 검사 프로토콜을 비롯하여, 간세포암 진단기준, 다른 영상검사 결과에서 결론 내리기 힘든 병변에 대한 진단적 가치, 간세포암종을 제외한 악성종양과의 감별, 위험군에서의 간세포암의 감시검사로서의 역할, 간세포암종에 대한 국소 및 전신 치료 후 치료 반응 평가를 위한 소나조이드 검사에 관한 권고문을 다루고 있다.

원발성 간암에서 라디오믹스의 이용

이승수

울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과

Radiomics Applications in Primary Liver Cancer

Seung Soo Lee

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

Radiomics refers to a method for extracting quantitative features from images and analyzing them. Compared with classic visual image analysis, radiomics provides a more comprehensive and objective approach and is expected to provide additional information from images that cannot be achieved with visual image analysis. Radiomics has been investigated for its potential in predicting the prognosis and biologic behavior of primary liver cancers. Although radiomics offers some advantages, it has several limitations that need to be addressed before it can be used in clinical practice. In this review article, I will discuss radiomics features, the typical processes for radiomics analysis, representative research on radiomics applications in liver cancers, and the limitations of radiomics.

Keywords: Radiomics; Machine learning; Liver cancer

서론

라디오믹스 (Radiomics, 의료영상정보체학)는 영상에서 여러가지 정량적 영상 지표 (image-derived features)를 추출하고 이를 이용하여 영상을 분석하는 일련의 방법을 의미한다. 고식적인 영상 분석이 영상 소견을 정성적 주관적으로 분석한다면, 라디오믹스는 영상 표현 유형 (phenotype)을 정량적 객관적 종합적으로 분석한다. 라디오믹스는 질병 진행에 따른 병리학적 변화 및 종양의 미세환경의 변화에 따라 영상에 나타난 형태와 질감을 종합적으로 분석할 수 있다. 라디오믹스는 환자맞춤의학 (personalized medicine)의 일환으로 악성 종양의 특성

을 분석하는 방법으로 각광받고 있는데, 그 근본 가설은 질병의 표현유형은 질병의 유전적 변형, 병태 생리학, 병리적 변화를 반영하여, 따라서 라디오믹스를 이용한 영상 표현 유형의 분석은 질병의 생물학적 특성을 반영할 수 있다는 것이다 (1, 2). 라디오믹스는 고식적 영상 분석이 제공하지 못하는 추가적인 정보를 제공할 수 있을 것이라는 기대에 힘입어 원발성 간암의 평가를 비롯한 영상의학의 여러 분야에 연구가 진행되고 있다.

라디오믹스 지표

라디오믹스 지표의 표준화를 위해 북미영상의학회 산하

Received: May 2, 2023 Revised: May 22, 2023 Accepted: June 7, 2023

Correspondence: Seung Soo Lee, MD, PhD

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: +82-2-3010-5765 Fax: +82-2-2045-4127 E-mail: seungsoolee@amc.seoul.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.



의 정량적 영상 바이오마커 연구회 (Quantitative image biomarker alliance, QIBA)에서 발간한 매뉴얼에는 형태학적, 히스토그램, 텍스처 지표를 포함한 총 172개의 라디오믹스 지표가 정의되어 있다 (3). 여기에 영상에 필터를 적용해 변형한 후 텍스처 지표를 추출하는 고차원 지표를 추가하면 매뉴얼에 정의된 지표의 수배 - 수십배의 라디오믹스 지표를 추출할 수 있다.

형태학적 지표

라디오믹스 지표 추출의 대상이 되는 관심 영역 (regions of interest, ROI)의 모양을 기술하는 지표이다. ROI의 모양이 원형에 가까운 정도, 매끈하거나 울퉁불퉁한 정도, 길쭉한 정도 등을 수학적 정량적 지표로 표현한 것이다 (2, 3).

히스토그램 지표

ROI내에 있는 픽셀 값의 전체적 분포를 기술하는 지표이다. 즉 픽셀 값의 밝기가 어느 정도인지 (평균), 그 분포

가 특정 값에 밀집되어 있는지 넓게 분포하는지 (표준편차와 변이계수), 한쪽으로 치우쳐져 있는지 (skewness), 히스토그램의 첨도 (kurtosis), 히스토그램 분포의 무작위성 (randomness), 균일도 (energy, uniformity) 등을 표현하는 지표로 구성된다 (2, 3).

텍스처 지표

라디오믹스 분석에 가장 중요하고, 많은 수의 지표를 생성시킬 수 있는 지표이다. 히스토그램 지표가 ROI내 픽셀 값의 전체적인 분포를 설명하는데 반하여 텍스처 지표는 ROI내에 있는 픽셀 간의 공간적 관계 즉 질감 패턴을 분석하는 지표이다. 텍스처 지표의 추출을 위해서는 영상에서 여러 종류의 매트릭스를 먼저 만든 후에 각 매트릭스에서 지표를 계산한다. QIBA의 매뉴얼에 기술한 매트릭스는 grey level co-occurrence matrix (GLCM), grey level run length matrix (GLRLM), grey level size zone matrix (GLSZM), grey level distance zone matrix (GLDZM), neighborhood grey tone difference matrix

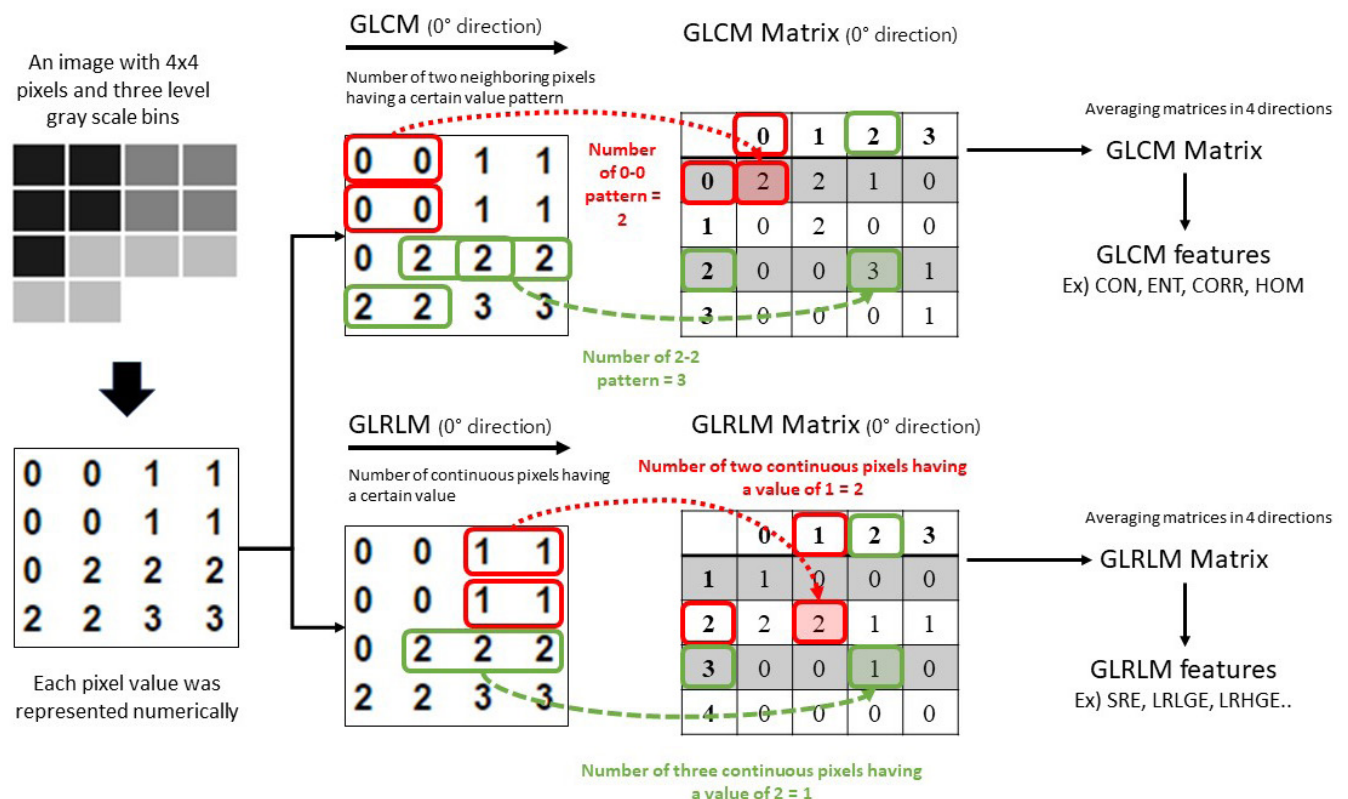


Fig. 1. Example of calculating texture features based on GLCM and GLRLM matrices.

Assuming a grayscale image with a 4x4 pixels and three level grayscale bins, each pixel value is represented numerically. GLCM describes the frequency of adjacent pixel pairs exhibiting specific pixel value patterns. GLRLM describes the frequency of patterns where a specific pixel value is continuously repeated for a certain length in an image. The final GLCM and GLRLM matrices are obtained by averaging matrices obtained in four directions (0°, 45°, 90°, 135°). Texture features are then computed from the matrices.

(NGTDM), neighboring grey level dependence matrix (NGLDM) 등의 6가지가 있고, 각 매트릭스에서 5-25가지의 지표를 산출할 수 있다. 가장 흔히 사용되는 GLCM은 인접한 2개의 픽셀이 특정 픽셀 값을 가지는 경우의 빈도를 기록한 매트릭스이고, GLRLM은 특정 픽셀 값을 가진 픽셀이 연속되어 나타나는 길이의 빈도를 기록한 매트릭스이다 (Fig. 1). 이렇게 만들어진 매트릭스를 이용하여 특정 패턴을 강조하는 텍스처 지표를 계산하게 된다. 예를 들어 GLRLM 매트릭스의 지표 중 LRLGE (long run low grey level emphasis)와 LRHGE (long run high grey level emphasis)는 각각 낮은 값을 가지는 픽셀이 길게 늘어선 경우와 높은 값을 가진 픽셀이 길게 늘어선 패턴을 강조하는 지표이다. 텍스처 매트릭스는 방향성이 있으므로 보통 네 방향 (0° , 45° , 90° , 135°)로 계산 후 평균하여 매트릭스를 얻는다 (2, 3).

고차원 지표

고차원 지표는 영상에 필터를 이용하여 변형한 후에 추출한 텍스처 지표를 의미한다. 흔히 사용되는 필터는 영상의 노이즈를 줄이면서 흐릿하게 만드는 Gaussian filter, 영상의 경계면을 강조하는 Laplacian filter, 두가지를 합하여 경계를 강조하면서 노이즈는 억제하는 Laplacian of Gaussian filter 등이 있다. Wavelet filter는 영상의

고 주파수 영역 (high frequency)과 저 주파수 영역 (low frequency)을 분리할 수 있는 필터이다 (2, 3). 영상에서 얻어지는 고차원 지표의 수는 영상 변형에 사용한 필터 수를 텍스처 지표의 수로 곱한 값이다. 즉 여러 개의 영상 필터를 사용하면 매우 많은 고차원 지표를 얻을 수가 있으므로, 전체 라디오믹스 지표의 수는 고차원 지표를 얼마나 얻는지에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 많은 수의 라디오믹스 지표를 얻어서 수행한 라디오믹스 연구가 꼭 훌륭한 연구를 의미하는 것은 아니다. 오히려 여러 개의 높은 연관성을 가진 비슷한 지표들을 필요 이상으로 많이 얻어서 지표 선정이 어려워질 수도 있다.

딥러닝 라디오믹스 지표

딥러닝에 사용되는 합성곱 신경망 (convolutional neural networks, CNN)은 convolution과 pooling 과정을 거치면서 영상 지표를 추출한 후 완전 연결층 (fully connected layer)을 거치면서 지표를 종합하여 결론을 도출한다. 일부 연구자들은 CNN을 지표 추출에 이용하기도 한다. 즉 CNN을 이용하여 지표를 추출한 후 완전 연결층에서 지표를 분석하는 대신 라디오믹스 분석 방식에 따라 지표 선정 모델링 과정을 통해 라디오믹스 모델을 만들기도 한다 (4).

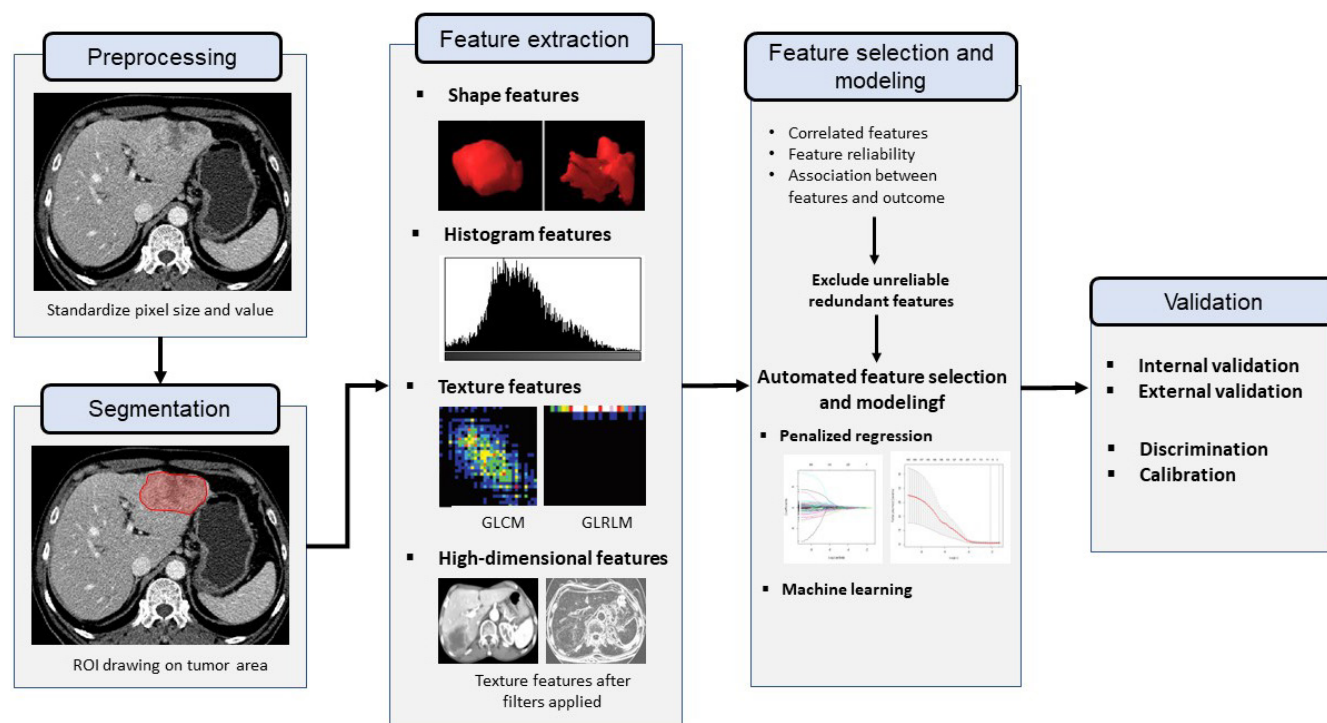


Fig. 2. Schematic drawing of radiomics analysis process.

라디오믹스 분석 절차

라디오믹스 분석은 영상 전처리, 분할, 라디오믹스 지표 추출, 지표선정과 모델링, 개발된 모델의 검증 과정을 거친다 (Fig. 2).

영상 전처리 (image pre-processing)

라디오믹스 지표는 영상 픽셀의 크기에 따라 다른 값이 추출될 수 있으므로 라디오믹스 분석을 위해 영상 픽셀의 크기를 일정하게 통일하는 interpolation 과정이 필요하다. 또한 영상 픽셀 값의 표준화 과정도 필요하다. 특히 영상 픽셀 값이 임의적인 신호강도 값으로 정해지는 MRI의 경우 ROI내 픽셀의 신호 강도를 특정 장치의 신호강도로 나누어서 정규화 (normalization)하기도 한다. ROI 내에 예외적으로 높거나 낮은 값의 영향을 줄이기 위해 평균과 표준편차를 이용하여 픽셀 신호강도의 상한과 하한을 정하기도 한다. CT나 MRI 영상은 넓은 픽셀 값 범위 (dynamic range)를 가진다. 라디오믹스 지표를 추출하는데 이런 넓은 픽셀 값 범위를 그대로 사용하면, 영상 잡음에 의한 값 차이까지 라디오믹스 지표에 반영될 수 있고, 라디오믹스 지표 산출에 필요한 시간과 계산 용량이 커지는 단점이 있다. 따라서 라디오믹스 지표의 추출 전에 픽셀 밝기 단계 (bin)를 몇 단계로 처리할지 정하는 과정 (intensity discretization)이 필요하다 (Fig. 3).

분할 (segmentation)

전체 영상에서 라디오믹스 지표를 추출할 ROI를 정의

하는 과정을 의미한다. 수작업 혹은 반자동 소프트웨어를 이용하여 ROI를 영상에 그리게 되는데, 시간과 노력이 많이 소요되는 작업이다. 종양의 ROI를 그릴 때는 종양의 외연을 따라서 ROI를 그리는 경우가 많지만, 간세포암 (hepatocellular carcinoma)의 예후를 예측하는 경우 주변 간조직의 상태, 즉 간경화 여부 등이 간세포암의 재발에 영향을 주기 때문에 종양 주변 조직까지 ROI에 포함하는 것이 유리할 수 있다 (5, 6).

라디오믹스 지표 추출 (feature extraction)

ROI를 설정한 후 ROI내에서 라디오믹스 지표를 추출한다. 라디오믹스 지표는 2차원 혹은 3차원으로 추출할 수 있는데, 3차원 특성인자 추출을 위해서는 영상의 픽셀이 등척성 (isometric)이어야 한다. 추출하고자 하는 지표의 수와 종류, ROI의 크기, bin 수, 컴퓨터의 계산 성능 등에 따라 지표 추출에 필요한 시간이 달라지고 수분에서 수십분까지 시간이 소요될 수 있다.

라디오믹스 지표 선정 (feature selection)과 모델링 (modeling)

라디오믹스 분석은 일반적으로 많은 수의 지표를 산출하여 수행된다. 하지만 최종 진단 혹은 예측 모델에 많은 수의 지표가 포함되면 과적합 (overfitting) 문제가 발생한다. 즉 모델이 많은 변수를 이용하여 학습 데이터를 설명하도록 훈련되면, 데이터 내의 노이즈까지 반영하게 된다. 이 경우 학습 데이터에서는 모델의 성능이 우수하지만, 다른 데이터가 주어지는 경우 모델의 성능이 크게 저하될 수

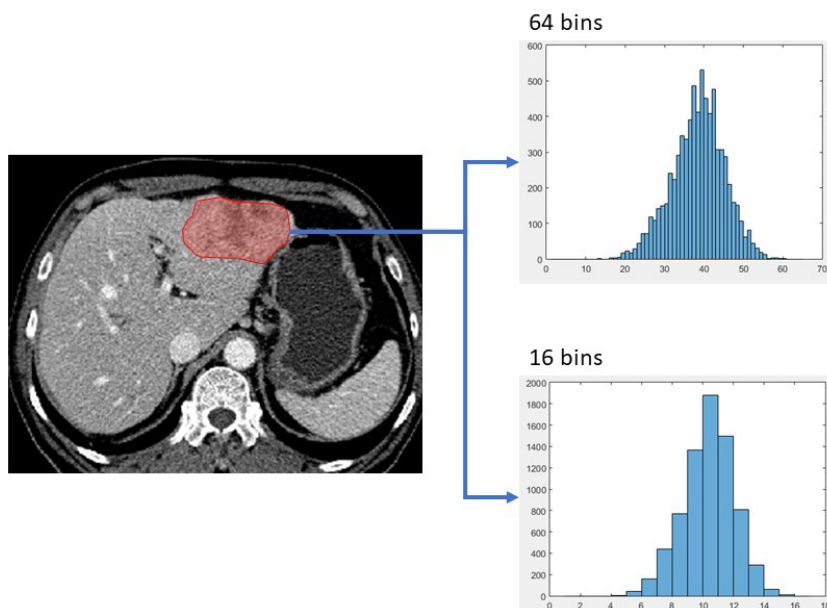


Fig. 3. Intensity discretization as the preprocessing stem prior to radiomics feature extraction.

Region-of-interest (ROI) was defined in the tumor located in the left hepatic lobe of the liver on a CT image. The histogram distributions of the pixel values within the ROI were compared between two settings: using 64 bins and using 16 bins for grayscale step size. Image processing using a higher number of bins allows for capturing smaller pixel value differences in the radiomics features at the expense of longer computation time.

있다. 또한 라디오믹스 지표들은 지표 간의 연관성이 높아 (7), 꼭 필요한 지표만을 선정하는 작업이 최종 모델링 이전에 필요하다. 지표 선정 과정은 지표의 재현성, 모델링 대상이 되는 결과와의 연관 정도, 지표 간의 관련성 등을 평가하여 단계적으로 선정하기도 하고, 알고리즘에 의한 자동 지표 선정을 이용하기도 한다. 우리가 임상연구에서 일반적으로 이용하는 회귀분석 기법은 라디오믹스처럼 매우 많은 수의 다중공선성 (multicollinearity)이 있는 지표의 처리에는 부적합하다. 따라서 지표 선정 및 모델링 과정에는 기계학습이나 벌점 회귀분석 (penalized regression) 등의 방법이 흔히 이용된다.

라디오믹스 모델의 검증

과적합 등의 다변수 모델의 문제점을 최소화 하기위해 전술한 지표 선정 및 모델링 과정을 거쳤다 하더라도 이런 문제점이 여전히 남아 있을 수 있고, 라디오믹스 지표는 영상기법 및 영상 기기에 영향을 받을 수 있으므로 개발된 라디오믹스 모델의 일반화 가능성을 증명하기 위해서는 외부 검증이 필요하다. 특히 라디오믹스 지표는 다른 영상기기 간에 재현성이 낮은 경향이 있으므로 (8), 다양한 영상 기기를 이용한 다기관 자료를 이용한 한 외부검증이 선호된다. 라디오믹스 모델의 검증에는 다변수 진단/예측 모델의 검증에 사용되는 통계적 방법이 이용된다. 모델의 식별능 (discrimination performance)은 생존 예측 모델의 경우 Harrell's C-index가, 진단 모델의 경우 ROC 곡선하 영역이 흔히 이용된다. 모델의 계측능 (calibration performance)는 모델로 예측된 사건 발생 가능성과 실제 자료의 사건 발생율을 그래프로 표시한 calibration plot이 흔히 이용된다 (9).

원발성 간암에 라디오믹스 적용

원발성 간암은 간세포암 (hepatocellular carcinoma), 간내담관암 (intrahepatic cholangiocarcinoma), 혼합간세포담관암 (combined hepatocellular cholangiocarcinoma)이 대부분을 차지한다. 간세포암, 간내담관암, 혼합간세포담관암은 각각 특징적인 임상적 영상의학적 소견과 병리학적 소견을 가지지만, 그 소견이 중첩되어 구분이 어려운 경우도 있다. 또한 간세포암, 간내담관암, 혼합간세포담관암 안에서도 상당한 이질성이 관찰되며, 이를 반영하여 최근의 WHO 분류에서는 간세포암에 예후가 불량한 거대소주 괴상형 (macrotrabecular massive, MTM) 및 경성형 (schirrhous)을 포함한 8가지 아형을 정의하고 있다. 간내담관암은 대담관형 (large duct type)과 소담관형 (small duct type)으로 구분한다. 혼합

간세포담관암은 종양을 구성하는 세포에 따른 명명법이 제안된 상태이다.

이러한 종양 이질성 때문에 동일한 진단의 간암이라도 다양한 예후를 보일 수 있다. 종양의 영상 표현형은 종양의 병리적 특성과 구조를 반영한다는 가설 하에 종양의 표현형의 분석을 통해 종양의 예후와 생물학적 특성을 예측하고자 하는 연구가 진행된 바 있다. 최 등은 LI-RADS (Liver imaging reporting and data system) 분류가 간암의 병리적 진단과 별도로 예후를 반영한다고 보고하였는데, 간세포암과 혼합간세포담관암의 경우 LR-M으로 분류된 종양은 LR-4 혹은 LR-5로 분류된 종양에 비해 불량한 예후를 보였다 (10). 그 외에 간세포암 중 예후가 불량한 CK-19 양성형, TP-53 변이형, MTM형의 영상 소견이 보고된 바 있고, 또한 염색체 불안정성과 다양한 유전적 변이가 동반된 증식형 (proliferative) 간세포암의 영상 특성도 보고되었다 (11-14). 간세포암의 수술 및 국소 치료 후 나쁜 예후와 연관된 미세혈관침습 (microvascular invasion)을 예측하는 영상 소견들 (매끈하지 않은 종양 경계, 동맥기 종양 주변 조영증강, 간담도기 종양주변 저신호강도)도 보고되었다 (15). 이러한 정성적 영상 소견을 바탕으로 한 종양의 예후 예측은 관독자의 주관에 영향을 받을 수 있고, 개별 소견의 유무를 객관적으로 판단하기 어려운 경우도 있다. 이에 반하여 라디오믹스는 영상에서 다수의 정량적 지표를 추출하여 분석하므로 고식적 영상 관독에 비해서 객관적인 분석이 가능하고, 다양한 지표를 포괄적으로 분석할 수 있다는 잠재적인 장점이 있다. 또한 라디오믹스 분석을 통해 고식적인 영상분석에서 얻기 힘든 추가적인 정보를 얻을 수 있다는 기대도 있다. 이러한 배경하에 최근 수년간 라디오믹스를 이용하여 간암을 평가하고자 하는 다양한 시도가 있었다. 간암의 평가에 있어서 라디오믹스의 이용은 주로 종양의 치료 후 예후를 예측하거나 불량한 예후인자를 발견하는 연구가 주를 이룬다. 종양의 특정 아형을 진단하거나 감별진단을 위한 라디오믹스 모델도 보고된 바 있으나, 라디오믹스 분석이 시간과 노력이 많이 소요되는 분석법임을 고려할 때 이러한 좁은 적용분야의 모델은 임상적 유용성이 낮다고 생각된다.

간세포암

Table 1에는 간세포암에 대한 대표적인 라디오믹스 연구들이 요약되어 있다. 여러 연구에서 라디오믹스를 이용하여 간세포암의 미세혈관침범 여부를 진단 (16, 17), 수술 혹은 고주파 열 치료 후 재발을 예측 (4, 5, 18, 19), 혹은 나쁜 예후와 연관된 아형을 진단하는 (6, 20) 라디오믹스 모델을 보고하였다. 표 1에서 각 연구에서 개발한 모델의 식별 성능 (discrimination performance)이 concordance

Table 1. Representative studies on clinical application of radiomics in hepatocellular carcinoma

Reference	Task	Imaging	Patient N	Validation (Patient N)	Main findings*
Xu et al. 2019 (16)	MVI	CT	495	Internal (145)	C-index for radiomics-imaging model: 0.889
Yang et al. 2019 (17)	MVI	Gadoxetic acid-MRI	208	Internal (62)	Radiomics model based on HBP image and T1 map. C-index for radiomics-imaging model: 0.861
Kim et al. 2019 (5)	Recurrence after surgery	Gadoxetic acid-MRI	167	Internal (37)	C-index for radiomics-clinical model (including 3-mm peritumoral area): 0.72 Improved performance of radiomics model including peritumoral area
Ji et al. 2019 (18)	Recurrence after surgery	CT	470	External (107)	C-index for preoperative radiomics-clinical model: 0.733 C-index for postoperative radiomics-clinical model: 0.741 Better performance of radiomics-clinical model compared with clinical model or postoperative pathologic tumor stage
Ji et al. 2020 (19)	Recurrence after surgery	CT	295	External (118)	C-index for preoperative radiomics-clinical: 0.78 C-index for postoperative radiomics-clinical model: 0.82
Liu et al. 2020 (4)	Recurrence after surgery or RFA	CEUS	419 (RFA = 214, surgery = 205)	Internal (RFA = 65, surgery = 61)	Radiomics feature extraction using CNN C-index for RFA radiomics-nomogram: 0.727 C-index for surgery radiomic-nomogram: 0.719
Yu et al. 2022 (6)	VECT	Gadoxetic acid-MRI	182	Internal (54)	C-index for radiomics including peritumoral area: 0.972 Better performance of radiomics model including peritumoral area compared with model only including tumor Predicted VECT+ using radiomics model was an independent predictor for recurrence.
Feng et al. 2023 (20)	MTM subtype	CT	365	External (108)	C-index for radiomics model in detecting MTM subtype: 0.74 Radiomic model predicted PFS in a separate cohort where nonsurgical treatment was performed.

N = number; MVI = microvascular invasion; CEUS = contrast-enhanced ultrasound; RFA = radiofrequency ablation; CNN = convolutional neural networks; MTM = macrotubercular massive; TACE = transarterial chemoembolization; PFS = progression free survival; VECT = vessels encapsulating tumor clusters.

*C-index was obtained from the validation.

index (C-index)를 이용하여 요약되어 있다. C-index는 모델을 이용하여 평가된 위험 점수가 높은 사람이 실제로 높은 위험을 가질 확률의 의미를 가지는 지표이다 (21). 이분법적 (binary) 판단의 경우 C-index는 ROC 곡선하 면적과 동일한 의미이고, 생존자료 분석의 경우 Harrel's C-index 값을 의미한다. C-index 값이 1에 가까울 수록 모델의 진단 혹은 예측능이 완벽에 가깝다는 의미이고, C-index 0.5는 모델의 진단 예측능이 무작위 선택의 수준임을 의미한다.

김 등은 gadoxetic acid를 이용한 MRI를 이용하여 수술 후 재발 예측 모델을 개발하였는데, 흥미로운 것은 종

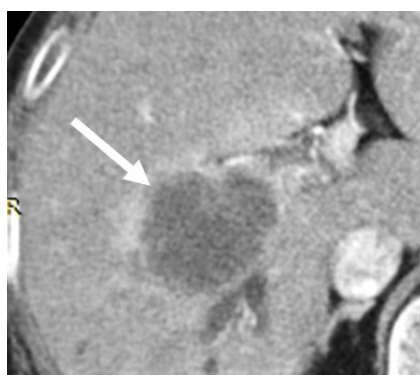
양만을 ROI에 포함한 경우보다 종양 주변의 3-mm 혹은 5-mm 영역을 ROI에 포함한 모델이 높은 예측능을 보였다. 종양 주변의 동맥기 조영 증강 및 간담도기 저신호 강도가 미세혈관 침범과 연관되는 소견임을 고려할 때 (15), 이러한 종양 주변 변화가 라디오믹스에 반영되어 모델의 예측능을 개선한 것으로 추측된다. Liu 등은 고주파 열 치료 혹은 수술적 치료를 받은 5 cm 이하의 단발성 HCC 환자에서 조영증강 초음파 영상을 이용하여 각각의 치료 후 재발을 예측하는 모델을 발표하였다 (4). 이 연구에서는 딥러닝 알고리즘을 이용하여 라디오믹스 지표를 추출하였고, 지표 선택과 모델링은 라디오믹스 방식을 이용

Table 2. Representative studies on clinical application of radiomics in primary liver cancer other than hepatocellular carcinoma

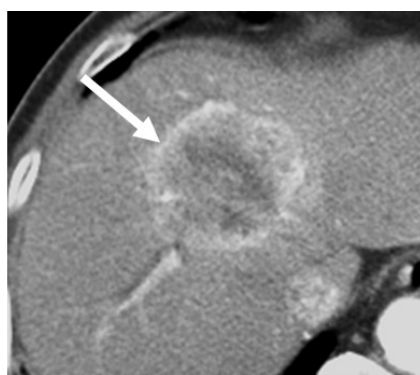
Reference	Task	Imaging	Patient N	Validation (Patient N)	Main findings*
Park et al. 2019 (22)	IHCC, Recurrence after surgery	CT	345	External (112)	C-index for radiologic model: 0.65 C-index for radiomics-radiologic model: 0.71
Ji et al. 2019 (27)	Bile duct cancer, LN metastasis	CT	155	Internal (52)	C-index for radiomics-clinical model: 0.80 High risk for LN metastasis predicted by radiomics-clinical model was independent predictor for survival after surgery.
Ji et al. 2019 (24)	IHCC, LN metastasis	CT	103	Internal (52)	C-index for nomogram incorporating radiomics model and CA19-9: 0.892. High-risk for LN metastasis group had poorer recurrence free and overall survival compared with low-risk group.
Zhou et al. 2021 (25)	IHCC, MVI	CT	126	Internal (38)	C-index for radiomics model in predicting MVI: 0.85
Chu et al. 2021 (28)	IHCC, Noncurative surgery	CT	203	Internal (61)	Radiomics model (C-index, 0.804) had better performance than clinical model (C-index, 0.59) and had similar performance to radiomics-clinical model (C-index, 0.8) in validation. Sensitivity and specificity of radiomics model in predicting noncurative surgery = 0.846 and 0.771, respectively.
Song et al. 2023 (23)	IHCC, Early recurrence	CT	311	External (61)	Better performance of radiomics-clinical model (C-index, 0.871, 0.878) compared with AJCC 8th TNM stage (C-index 0.702, 0.712) in predicting early recurrence.
Zhou et al. 2022 (29)	Differentiation between IHCC vs cHCC-CC	MRI	216	Internal (65)	C-index for radiomics model: 0.809 C-index for nomogram incorporating radiomics model, AFP, and underlying liver disease: 0.897

IHCC= intrahepatic cholangiocarcinoma; LN = lymph node; MVI = microvascular invasion; cHCC-CC = combined hepatocellular cholangiocarcinoma

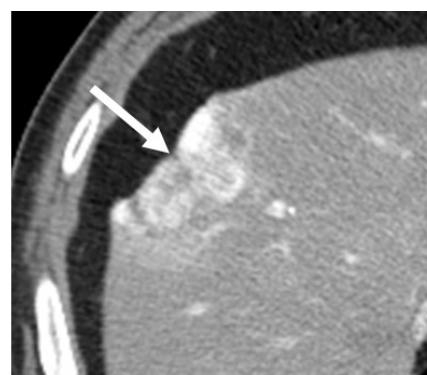
*C-index was obtained from the validation.



Radiomics model score: 0.42
Recurrence free survival : 1.5 months



Radiomics model score: -0.11
Recurrence free survival: 36.6 months



Radiomics model score: -0.68
Recurrence free survival: 59.9 months

Fig. 4. Prediction of postoperative recurrence-free survival in patients with intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma using a radiomics model. Arterial phase CT images of three surgically confirmed cases of intrahepatic cholangiocarcinoma demonstrate tumors (arrows) exhibiting diverse patterns of contrast enhancement. The radiomics model scores and actual recurrence-free survival times are provided below each CT image. A trend is observed, wherein lower radiomics model scores are associated with longer recurrence-free survival times. Tumors with lower radiomics model scores demonstrate a larger area of arterial enhancement compared to those with higher radiomics model score.

했다는 점을 주목할 만하다. 또한 수술 혹은 고주파 열 치료가 모두 가능한 환자군에서 어떤 치료를 받는 것이 유리할 지 판단하는데 도움이 될 수 있다는 점에서 임상 활용도가 우수한 연구로 생각된다. 이 연구에서는 환자군을 두가지 모델로 분석하였을 때 고주파 열치료를 받은 환자의 17.3%와 수술 환자의 27.3%가 다른 치료를 받았을 경우 재발 위험도가 낮게 예측되었다고 보고하였다 (4). 최근에는 macrotrabecular massive 아형이나 vessels encapsulating tumor clusters 소견 등 간세포암의 불량한 예후와 관련된 병리 소견을 예측하는 라디오믹스 모델이 발표되었다 (6, 20).

간내담관암과 혼합간세포담관암

Table 2에는 간내담관암 및 혼합간세포담관암에 대한 대표적인 라디오믹스 연구들이 요약되어 있다. 간세포암에 비해서 다른 간암에 대한 라디오믹스 연구는 상대적으로 연구의 규모와 연구 수가 적은 편이다. 박 등은 국내 다기관 데이터를 기반으로 CT를 이용한 라디오믹스로 간내담관암의 수술 후 재발을 예측하는 연구를 수행하였다. 라디오믹스 모델 및 예후 예측에 중요한 고식적 영상소견 (침습형, 다발성, 단관 침범, 주변장기 침범, 림프절전이 의심)을 라디오믹스 모델에 추가한 통합 라디오믹스-영상 모델을 개발하였다 (22). 개발된 통합 모델은 Harrel's C-index 0.71의 비교적 우수한 예측능을 보였다 (Fig. 4). 또한 Song 등도 수술 후 1년 이내 조기 재발을 예측하는 라디오믹스-영상 모델을 개발하였고, 이 모델은 수술 후 AJCC 8판에 따른 병기보다 높은 예측능을 보였다 (23). 그외 담관암의 불량한 예후 인자로 알려진 림프절 전이를 예측 (24), 간내담관암의 미세혈관 침범을 예측하는 모델 (25) 등이 개발되었고, C-index 0.8~0.85 정도의 비교적 우수한 예측능을 보였다.

라디오믹스의 한계점

라디오믹스 모델은 정량적 영상 지표를 이용하여 병변의 표현형을 객관적 종합적으로 분석하여 고식적인 영상분석에서 얻기 힘든 추가적인 정보를 제공할 수 있는 유망한 영상 분석법으로 관심을 모으고 있다. 하지만 라디오믹스 기반의 진단/예측 모델은 임상 현장에 적용되기 전에 개선되어야 할 여러가지 한계점을 가진다.

라디오믹스 지표는 지표 추출을 위한 조건에 따라서 다른 결과가 나올 수 있다. 따라서 라디오믹스 연구 결과를 발표할 때는 다른 연구자가 재현할 수 있도록 라디오믹스 지표 추출 조건, 즉 영상 픽셀 크기 처리, 픽셀 값의 정규화 방법, 지표 추출을 위한 픽셀 밝기 단계 (bin) 정의 등에 대

한 기술이 있어야만 한다. 이런 배경에서 QIBA는 라디오믹스 지표의 정의, 분석 방법, 결과 보고 등에 대한 컨센서스 가이드라인을 출간하였다 (3). 그럼에도 불구하고 여전히 라디오믹스 연구 논문에는 이런 기술적 부분에 대한 설명이 부족한 경우가 많다.

라디오믹스 모델은 재현성 및 일반화에 제한점이 있다. 라디오믹스 지표는 영상 기기, 영상 기법, 영상 재구성 방식에 영향을 받는다. 따라서 라디오믹스 지표 및 이에 기반한 진단/예측 모델은 다른 영상 기법을 사용하는 병원들 간에 결과의 재현성이 떨어질 수 있다. 라디오믹스 지표의 기관 간 변이를 줄이기 위한 알고리즘이 제안되었으나 그 유용성에 대해서는 추가적인 검증이 필요하다 (26). 또한 라디오믹스 모델은 수많은 지표를 기반으로 만들어지므로 모델의 과적화 문제가 발생할 소지가 있다. 과적화 된 모델은 훈련 데이터에서는 높은 성능을 보이지만 이와 다른 데이터에서는 그렇지 못하다. 따라서 라디오믹스 모델은 일반적인 진단 예측 모델에 비해 더 철저한 검증과정이 필요하며, 여러 기관의 데이터를 이용한 외부검증이 선호된다.

마지막으로 라디오믹스 모델이 임상 현장에 이용하기 힘든 가장 큰 이유 중 하나는 라디오믹스 분석이 많은 시간과 노력이 요구된다는 점이다. 라디오믹스 모델의 적용을 위해서는 영상에 ROI를 그리는 작업, ROI에서 라디오믹스 지표를 추출하는 작업이 필요한데, 모두 상당한 시간과 노동 및 컴퓨터 성능이 요구되는 작업이다. 특히 라디오믹스 모델이 여러 종류의 텍스처 지표 혹은 고차원 지표를 포함하는 경우에는 모델을 이용한 영상 분석을 위해서는 여러 텍스처 매트릭스를 계산하는 작업을 수행해야 하므로 컴퓨터 연산작업에도 긴 시간이 소요될 수 있다.

결론

라디오믹스는 그 잠재적 가능성 및 장점과 함께 뚜렷한 한계점을 가지는 영상 분석 방법이다. 최근 여러 연구를 통하여 원발성 간암을 분류하고 치료반응을 예측하기 위한 라디오믹스 모델들이 발표되고 있으나, 아직도 대부분 연구 단계에 머물러 있는 수준이다. 라디오믹스 모델의 임상 적용을 위해서는 라디오믹스의 한계점을 개선을 위한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

ORCID: Seung Soo Lee: <https://orcid.org/0000-0002-5518-2249>

Funding

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1F1A1A1048826).

References

1. Lee G, Lee HY, Park H, et al. Radiomics and its emerging role in lung cancer research, imaging biomarkers and clinical management: State of the art. *Eur J Radiol* 2017;86:297-307.
2. Park HJ, Park B, Lee SS. Radiomics and Deep Learning: Hepatic Applications. *Korean J Radiol* 2020;21:387-401.
3. Zwanenburg A, Vallieres M, Abdalah MA, et al. The Image Biomarker Standardization Initiative: Standardized Quantitative Radiomics for High-Throughput Image-based Phenotyping. *Radiology* 2020;295:328-338.
4. Liu F, Liu D, Wang K, et al. Deep Learning Radiomics Based on Contrast-Enhanced Ultrasound Might Optimize Curative Treatments for Very-Early or Early-Stage Hepatocellular Carcinoma Patients. *Liver Cancer* 2020;9:397-413.
5. Kim S, Shin J, Kim DY, Choi GH, Kim MJ, Choi JY. Radiomics on Gadoxetic Acid-Enhanced Magnetic Resonance Imaging for Prediction of Postoperative Early and Late Recurrence of Single Hepatocellular Carcinoma. *Clin Cancer Res* 2019;25:3847-3855.
6. Yu Y, Fan Y, Wang X, et al. Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI radiomics to predict vessels encapsulating tumor clusters (VETC) and patient prognosis in hepatocellular carcinoma. *Eur Radiol* 2022;32:959-970.
7. Berenguer R, Pastor-Juan MDR, Canales-Vazquez J, et al. Radiomics of CT Features May Be Nonreproducible and Redundant: Influence of CT Acquisition Parameters. *Radiology* 2018;288:407-415.
8. Carbonell G, Kennedy P, Bane O, et al. Precision of MRI radiomics features in the liver and hepatocellular carcinoma. *Eur Radiol* 2022;32:2030-2040.
9. Moons KG, Altman DG, Reitsma JB, et al. Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2015;162:W1-73.
10. Choi SH, Lee SS, Park SH, et al. LI-RADS Classification and Prognosis of Primary Liver Cancers at Gadoxetic Acid-enhanced MRI. *Radiology* 2019;290:388-397.
11. Rhee H, Cho ES, Nahm JH, et al. Gadoxetic acid-enhanced MRI of macrotrabecular-massive hepatocellular carcinoma and its prognostic implications. *J Hepatol* 2021;74:109-121.
12. Kitao A, Matsui O, Zhang Y, et al. Dynamic CT and Gadoxetic Acid-enhanced MRI Characteristics of P53-mutated Hepatocellular Carcinoma. *Radiology* 2023;306:e220531.
13. Kang HJ, Kim H, Lee DH, et al. Gadoxetate-enhanced MRI Features of Proliferative Hepatocellular Carcinoma Are Prognostic after Surgery. *Radiology* 2021;300:572-582.
14. Choi SY, Kim SH, Park CK, et al. Imaging Features of Gadoxetic Acid-enhanced and Diffusion-weighted MR Imaging for Identifying Cytokeratin 19-positive Hepatocellular Carcinoma: A Retrospective Observational Study. *Radiology* 2018;286:897-908.
15. Lee S, Kim SH, Lee JE, Sinn DH, Park CK. Preoperative gadoxetic acid-enhanced MRI for predicting microvascular invasion in patients with single hepatocellular carcinoma. *J Hepatol* 2017;67:526-534.
16. Xu X, Zhang HL, Liu QP, et al. Radiomic analysis of contrast-enhanced CT predicts microvascular invasion and outcome in hepatocellular carcinoma. *J Hepatol* 2019;70:1133-1144.
17. Yang L, Gu D, Wei J, et al. A Radiomics Nomogram for Preoperative Prediction of Microvascular Invasion in Hepatocellular Carcinoma. *Liver Cancer* 2019;8:373-386.
18. Ji GW, Zhu FP, Xu Q, et al. Machine-learning analysis of contrast-enhanced CT radiomics predicts recurrence of hepatocellular carcinoma after resection: A multi-institutional study. *EBioMedicine* 2019;50:156-165.
19. Ji GW, Zhu FP, Xu Q, et al. Radiomic Features at Contrast-enhanced CT Predict Recurrence in Early Stage Hepatocellular Carcinoma: A Multi-Institutional Study. *Radiology* 2020;294:568-579.
20. Feng Z, Li H, Liu Q, et al. CT Radiomics to Predict Macrotrabecular-Massive Subtype and Immune Status in Hepatocellular Carcinoma. *Radiology* 2023;307:e221291.
21. Longato E, Vettoretti M, Di Camillo B. A practical perspective on the concordance index for the evaluation and selection of prognostic time-to-event models. *J Biomed Inform* 2020;108:103496.
22. Park HJ, Park B, Park SY, et al. Preoperative prediction of postsurgical outcomes in mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma based on clinical, radiologic, and radiomics features. *Eur Radiol* 2021;31:8638-8648.
23. Song Y, Zhou G, Zhou Y, et al. Artificial intelligence CT radiomics to predict early recurrence of intrahepatic cholangiocarcinoma: a multicenter study. *Hepatol Int* 2023.
24. Ji GW, Zhu FP, Zhang YD, et al. A radiomics approach to predict lymph node metastasis and clinical outcome of intrahepatic cholangiocarcinoma. *Eur Radiol* 2019;29:3725-3735.
25. Zhou Y, Zhou G, Zhang J, Xu C, Wang X, Xu P. Radiomics signature on dynamic contrast-enhanced MR images: a

- potential imaging biomarker for prediction of microvascular invasion in mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma. Eur Radiol 2021;31:6846-6855.
26. Orlhac F, Frouin F, Nioche C, Ayache N, Buvat I. Validation of A Method to Compensate Multicenter Effects Affecting CT Radiomics. Radiology 2019;291:53-59.
27. Ji GW, Zhang YD, Zhang H, et al. Biliary Tract Cancer at CT: A Radiomics-based Model to Predict Lymph Node Metastasis and Survival Outcomes. Radiology 2019;290:90-98.
28. Chu H, Liu Z, Liang W, et al. Radiomics using CT images for preoperative prediction of futile resection in intrahepatic cholangiocarcinoma. Eur Radiol 2021;31:2368-2376.
29. Zhou Y, Zhou G, Zhang J, Xu C, Zhu F, Xu P. DCE-MRI based radiomics nomogram for preoperatively differentiating combined hepatocellular-cholangiocarcinoma from mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma. Eur Radiol 2022;32:5004-5015.

원발성 간암에서 라디오믹스의 이용

이 승 수

울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과

초 록

라디오믹스는 영상에서 정량적 영상 지표를 추출하고 이를 이용하여 영상을 분석하는 일련의 방법을 의미한다. 라디오믹스는 고식적인 영상분석과 달리 영상 소견을 정량적, 객관적, 종합적으로 분석할 수 있는 방법으로, 기존의 영상분석이 제공하지 못하는 추가적인 정보를 제공할 수 있는 방법으로 기대를 모으고 있다. 원발성 간암 영역에서 라디오믹스는 주로 종양의 예후와 생물학적 특성을 예측하는 분야에 활용되고 있다. 라디오믹스는 그 잠재적 가능성과 장점에도 불구하고 실제 임상 현장에 적용되기 위해서는 여러가지 한계점을 극복해야 할 것으로 보인다. 본 종설은 라디오믹스 지표와 분석 방법을 설명하고, 원발성 간암의 평가를 위해 라디오믹스가 이용된 대표적인 연구들을 요약하고, 라디오믹스가 극복해야 할 문제점에 대해서 논의하고자 한다.

Porto-sinusoidal Vascular Disease: 영상의학과 의사가 알아야 할 것

강지훈

한양대학교 구리병원 영상의학과, 한양대학교 의과대학 의학과

Porto-sinusoidal Vascular Disease: What Radiologists Should Know

Ji Hun Kang

Department of Radiology, Hanyang University College of Medicine, Hanyang University Guri Hospital, Guri, Korea

Porto-sinusoidal vascular disease (PSVD) is a rare hepatic vascular disorder that can cause portal hypertension. Its diagnosis can be challenging, as its clinical manifestations can overlap with those of liver cirrhosis. However, radiological imaging can provide valuable clues to differentiate PSVD from liver cirrhosis. This review aims to identify imaging findings that suggest PSVD in cross-sectional imaging and ultrasound elastography, enabling the suggestion of a liver biopsy that is essential for diagnosis of PSVD.

Keywords: Porto-sinusoidal vascular disease; Portal hypertension; Idiopathic noncirrhotic portal hypertension; Liver cirrhosis; Diagnosis

서론

문맥고혈압은 주로 간경화와 같은 진행된 만성간질환 (advanced chronic liver disease) 환자에서 발생하며, 정맥류 출혈, 복수, 간성혼수 등의 다양한 합병증을 일으킬 수 있다 (1). 이는 주로 만성 바이러스간염, 과다 알코올 섭취, 비만 또는 기타 대사 이상으로 인한 진행된 만성간질환 환자에서 발생한다. 하지만, 순간탄성측정법 (transient elastography) 같은 비침습적인 검사가 많이 시행되면서 간탄성도 (liver stiffness) 측정치가 높지 않아도 문맥고혈압이 있거나, 문맥고혈압이 간 섬유화 정도와

일치하지 않는 경우가 종종 발견되었고 이를 idiopathic portal hypertension, non-cirrhotic portal fibrosis, hepatoportal sclerosis 등의 다양한 명칭으로 혼용하여 사용하였다 (2).

이에 2016년 유럽간학회에서는 Schouten 등의 연구를 참고하여 간경화가 없는 문맥고혈압 환자 중에서 문맥고혈압의 원인이 불분명하고 간문맥이나 간정맥 폐쇄가 없는 경우를 통칭하여 idiopathic noncirrhotic portal hypertension (INCPH)으로 정의하였다 (2, 3). 하지만 이 정의는 몇가지 제한점이 있는데, INCPH의 초기에는 문맥고혈압이 발현되지 않을 수 있고, 바이러스간염이나 알

Received: April 8, 2023 Revised: May 17, 2023 Accepted: June 2, 2023

Correspondence: Ji Hun Kang, MD, PhD

Department of Radiology, Hanyang University Guri Hospital, Hanyang University College of Medicine, 153 Gyeongchun-ro, Guri-si, Gyeonggi-do 11923, Korea

Tel: +82-31-560-2451 Fax: +82-31-560-2458 E-mail: jihunkang@hanyang.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.



코울성 간질환이 INCPH 환자에게 동반될 수 있으며, 약 40%의 INCPH 환자에서 경과 중에 간문맥혈전이 발생한 다는 것이 알려졌다기 때문이다 (4).

이러한 제한점을 극복하기 위해 2019년 Vascular Liver Disease Interest Group은 새로운 개념을 제안하였고, 대부분의 병변이 intrahepatic portal venule이나 sinusoid를 침범하여 대부분 sinusoid 전단계의 문맥고혈압 (presinusoidal portal hypertension)을 유발하기에 이를 porto-sinusoidal vascular disease (PSVD)로 명명하였다 (4). 따라서 PSVD는 INCPH 보다 질환의 다양한 측면을 반영하는 좀 더 포괄적인 개념이다.

정의 및 진단기준

PSVD의 정의는 조직학적으로 간경화가 없고, 문맥고혈압의 여부와는 상관없이 이 질환을 시사하는 임상적인 징후나 조직학적 병변이 있는 경우를 기반으로 한다 (4). 따라서 간 조직검사가 진단에 필수적이다. 이에 더해 1) 문맥고혈압을 시사하는 한 개 이상의 특이적인 임상 징후가 있거나, 2) PSVD를 시사하는 한 개 이상의 특이적인 조직학적 병변이 있거나, 3) 한 개 이상의 비특이적인 임상적 징후와 조직학적 병변이 함께 있는 경우 진단할 수 있다 (Table 1). 정의상으로는 간경화가 없는 환자에서 문맥고혈압을 시사하는 특이적인 임상적 징후가 없더라도 obliterative portal venopathy, nodular regenerative hyperplasia, incomplete septal fibrosis/cirrhosis와 같은 특이적인 조직학적 병변이 있다면 PSVD를 진단할 수 있다. 하지만 Budd-Chiari syndrome, sinusoidal obstruction syndrome과 같은 간정맥유출로 폐쇄와 연관된 질환이나 미세혈관손상과 연관있는 sarcoidosis, congenital hepatic fibrosis 등의 질환은 PSVD에서 제외된다 (4).

PSVD와의 관련성이 제기된 여러 약제나 간외질환들이 알려져 있는데, 면역질환이나 혈액질환을 치료하기 위해 사용하는 일부 면역억제제와 질환 그 자체, HIV의 치료제와 HIV 감염 그 자체, 그리고 혈전유발상태 (prothrombotic condition) 등이 있다 (Table 2) (4).

임상적인 측면

문맥고혈압이 동반된 PSVD 환자들의 가장 흔한 이상 검사소견은 저혈소판증이다 (4). 80% 이상의 환자에서 경미한 간수치의 증가가 있다 (5). 문맥고혈압의 합병증으로 20-44%의 환자에서 초기 진단시 정맥류 출혈을 보이며, 약 20-50%의 환자에서 복수가 발생한다 (6, 7). 또

Table 1. Definition and diagnostic criteria of porto-sinusoidal vascular disease

	Signs of portal hypertension	Histological lesions suggestive of PSVD
Specific	Varices Portal hypertensive bleeding Porto-systemic collaterals at imaging	Obliterative portal venopathy Nodular regenerative hyperplasia Incomplete septal fibrosis/cirrhosis
Not specific	Ascites Thrombocytopenia Splenomegaly	Portal tract abnormalities (multiplication, increased number of arteries, periportal vascular channels, aberrant vessels) Architectural disturbance (irregular distribution of the portal tracts and central veins) Non-zonal sinusoidal dilatation Mild perisinusoidal fibrosis

To diagnose PSVD, at least one of the following three criteria should be met without evidence of cirrhosis in a liver biopsy: 1) one specific sign of portal hypertension, 2) one specific histological lesion suggestive of PSVD, and 3) one non-specific sign of portal hypertension AND one non-specific histological lesion suggestive of PSVD in combination.

PSVD = porto-sinusoidal vascular disease.

Table 2. Extrahepatic conditions known to be associated with porto-sinusoidal vascular disease

Immune disorders	Common variable immune deficiency Inflammatory bowel disease Celiac disease
Prothrombotic conditions	Protein C or S deficiency Factor II or V gene mutation Antiphospholipid syndrome ADAMTS13 deficiency
Drug exposure	Didanosine Azathioprine Oxaliplatin
Infections	Human immunodeficiency virus Repeated gastrointestinal infections
Hereditary diseases	Turner's syndrome Adams-Oliver syndrome TERT mutations Cystic fibrosis

한 PSVD의 진단 후 5년 이내에 약 30-40%에서 간문맥 혈전증이 발생한다는 보고도 있다 (6-8). 하지만 이런 징후는 간경화에서도 동일하게 나타날 수 있기 때문에 임상적으로 문맥고혈압이 동반된 PSVD를 간경화로 오인할 수 있고 최종 진단이 지연될 가능성이 있다. 한 연구에 따르면, PSVD 환자의 약 72%가 처음에 간경화로 오인되었고, PSVD로 최종 진단되기까지의 중위 시간은 32개월이었다 (9). PSVD와 간경화 모두 문맥고혈압에 동반될 수 있는 합병증들을 예방하고 합병증이 발생한 경우 그에 맞는 치료를 해야한다는 점에서 동일하지만, PSVD는 간경화보다 상대적으로 간기능이 더 보존되어 있고 예후도 더 좋은 것으로 알려져 있어 차이점이 존재한다 (10). 또한 만성 바이러스간염이나 알코올성 간질환이 동반되지 않은 PSVD의 경우 간암 (hepatocellular carcinoma) 발생 감시 (surveillance)의 필요성이 높지 않기 때문에 간경화의 감별이 중요하다 (4). 하지만 임상적으로는 두 개의 질환을 구분하는 것이 쉽지 않기 때문에 문맥고혈압이 있는 경우 평가를 위해 시행하는 초음파, CT, MRI, 초음파탄성 측정법 (ultrasound elastography)과 같은 검사를 통해 PSVD의 가능성을 제시할 수 있어야 하겠다. 이를 통해 필요시 PSVD의 진단을 위해 필수적인 간 조직검사를 임상에게 제안하는 것이 영상의학과 의사의 역할이라고 할 수 있겠다.

영상의학적 소견

여러 연구들에 따르면 간경화와 비교하여 PSVD를 시사하는 영상의학적 소견들이 보고가 되었다 (Table 3). CT나 MRI와 같은 단면영상에서 가장 중요한 감별점은 간경화의 전형적인 소견인 간표면결절성 (liver surface nodularity)이 PSVD에서는 낮은 비율로 보인다는 점이다 (Fig. 1A). 한 연구에 따르면 정성적으로 판단한 간표면결절성의 비율이 간경화에서는 약 89% 였으나, PSVD에서는 약 16% 였다 (9). 간표면결절성을 정량적으로 측정하는 반자동 프로그램을 사용한 연구에서도 이와 동일한 결과를 보였다 (11). 미상엽의 비대는 간경화와 PSVD에서 의미있는 차이를 보이지 않았으나 4구역의 위축 소견은 PSVD보다 간경화에서 흔하게 관찰되었고, 4구역의 너비는 그 자체로도 PSVD와 간경화를 감별하는데 도움을 주는 소견이지만 간표면결절성의 여부와 함께 고려시 두 질환의 감별에 대한 진단능이 좀 더 향상되는 것으로 보고되었다 (Fig. 1E) (9, 11-13). 이와 함께 문맥고혈압이 동반된 PSVD와 간경화 모두 정맥류나 복수, 비장비대가 보일 수 있지만, 비슷한 간기능을 보이는 경우 문맥고혈압의 정도는 간경화보다 PSVD가 좀 더 심한 경향을 보였다 (9).

Table 3. Imaging findings suggestive of porto-sinusoidal vascular disease rather than liver cirrhosis

Cross-sectional imaging	Elastography
Smooth liver surface	Normal or slightly increased liver stiffness
Normal-sized or enlarged hepatic segment IV	Markedly increased spleen stiffness
Portal vein abnormality (thrombosis, reduced caliber, lack of visibility)	Increased spleen/liver stiffness ratio
Splenic/mesenteric vein thrombosis	
Marked signs of portal hypertension, disproportionate to preserved liver function	
Presence of benign focal liver lesions (FNH-like nodule)	

FNH = focal nodular hyperplasia.

조영증강 CT나 MRI에서 보이는 간문맥 이상 여부가 두 질환의 감별에 도움을 줄 수 있다. PSVD는 진단기준에서도 알 수 있듯이 obliterative portal venopathy가 주요 조직학적 병변이기 때문에 간경화보다 간문맥 이상 소견이 더 자주 발견된다 (Figs. 1E and 1F). 한 연구에 따르면 간내 및 간외문맥의 이상 소견 (혈전증, 문맥 직경의 감소, 간내문맥의 숫자 감소)의 비율이 간경화에서는 17%, PSVD에서는 71% 였다 (14). 다른 연구에서는 조영증강 CT의 동맥기나 문맥기에서 간실질의 비균질 조영증강 (heterogenous enhancement)의 비율이 간경화보다 PSVD에서 높았고, 간세포특이조영제를 사용한 MRI에서는 비슷한 간기능을 보이는 경우 간담도기 (hepatobiliary phase)에서 간실질의 신호강도가 주변 혈관에 비해서 높은 경우가 간경화보다 PSVD에서 더 자주 보인다고 보고하였다 (9, 13).

초음파탄성측정법도 두 질환의 감별에 도움을 줄 수 있다. 일반적으로 간경화보다 PSVD에서 간탄성도가 낮게 측정되며 PSVD 환자에서 보고된 간탄성도의 중앙값은 6.2-8.4 kPa이다 (Fig. 1C) (15-17). 순간탄성측정법을 이용한 연구에 의하면 Baveno VI consensus에서 차용한 10 kPa과 20 kPa을 각각 PSVD의 진단 및 제외 기준으로 삼았을 경우 PSVD와 간경화의 감별을 위한 진단능은 민감도 94%, 특이도 96% 이상으로 보고하였다 (1). 중간지대 (gray zone) 인 10-20 kPa의 환자의 경우 간경화의 뚜렷한 원인이 없거나 PSVD와 연관된 간외질환이 있는 경우 PSVD의 가능성을 배제할 수 없으므로 간조직검사를 고려해야 한다고 주장하였다 (18). 또 다른 연구에 의하면 비

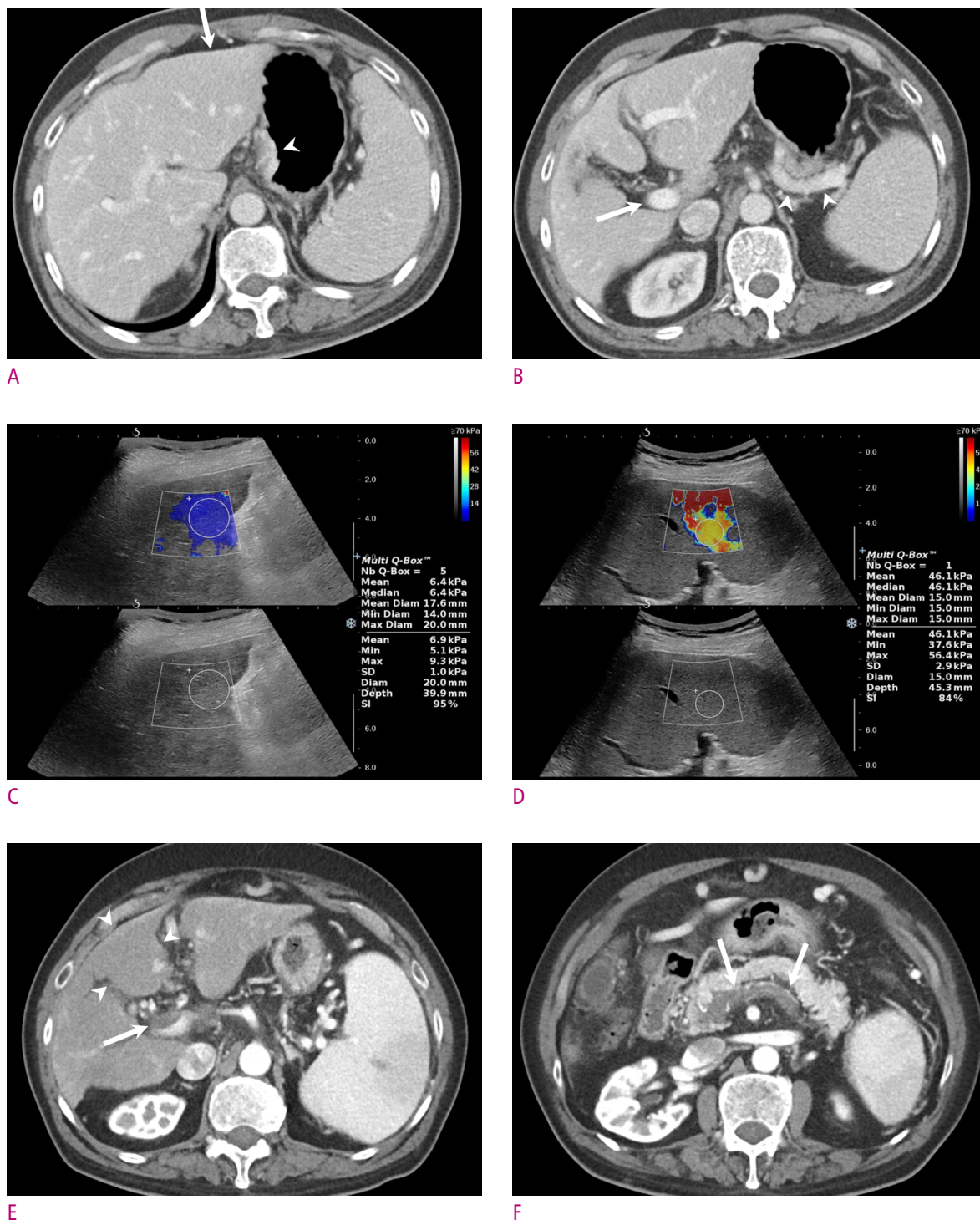


Fig. 1. A 44-year-old man with porto-sinusoidal vascular disease diagnosed by percutaneous liver biopsy.

A–B. CT shows smooth liver surface (arrow in **A**) and findings of portal hypertension shown as splenomegaly and gastric varix (arrowhead in **A**). Note that the portal vein (arrow in **B**) and splenic vein (arrowheads in **B**) are patent. Histological finding of the biopsy specimen (not shown on the figure) shows a complete absence of the portal vein (obliterative portal venopathy). **C–D.** Ultrasound elastography using 2D shear wave elastography shows mild increase in liver stiffness (median liver stiffness value, 6.4 kPa shown on **C**), whereas spleen stiffness is markedly increased (median spleen stiffness value, 46.1 kPa shown on **D**). **E–F.** After 11 years, CT on the same patient shows that the overall volume of the liver has decreased, while the volume of segment IV has been preserved (arrowheads in **E**). Also, note that thrombosis has developed in the main portal vein (arrow in **E**) and splenic vein (arrows in **F**).

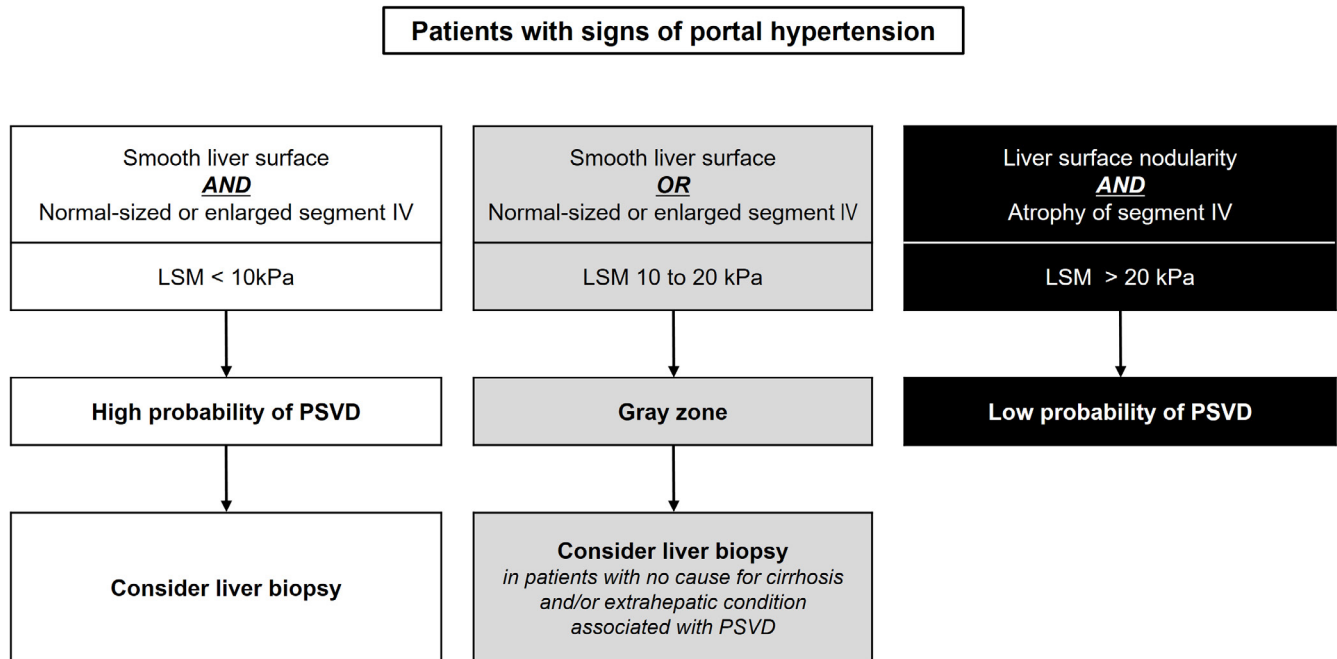


Fig. 2. Cases of portal hypertension where liver biopsy should be considered on cross-sectional imaging and transient elastography. LSM = liver stiffness measurement; PSVD = porto-sinusoidal vascular disease.

장탄성도 (spleen stiffness) 측정시 그 정도는 간경화보다 PSVD에서 유의하게 높았다 (Fig. 1D) (16, 17). 따라서 문맥고혈압이 있는 환자에서 간탄성도의 수치가 정상이거나 약간 높고 비장탄성도의 수치가 높은 경우 PSVD의 가능성을 고려해야 하겠다 (16, 19).

PSVD에서 가장 흔한 국소간병변은 양성 병변인 국소결절증식양 결절 (focal nodular hyperplasia-like nodule)이며 약 12.5-14.0%에서 발견된다 (9, 20). 간암과의 영상학적 감별이 중요한데 두 질환 모두 동맥기에서 강한 조영증강을 보이거나 간암과는 달리 국소결절증식양 결절은 문맥기 혹은 지연기 씻김 (washout)이 없고 간세포특이조영제를 사용한 MRI에서 간담도기에 주변 간조직과 비슷하거나 높은 신호강도를 보이는 것이 특징적이다. 정의 및 진단 기준 참고시 PSVD에서 간암의 위험인자인 만성간질환이 동반될 수 있기 때문에 동반된 만성 간질환의 비율에 따라 간암의 발생률이 다양하게 보고되었다. 동반된 만성간질환이 없는 43명의 PSVD 환자로 구성된 한 연구에서는 중위 46개월의 추적관찰동안 간암이 발생하지 않았으나 (9), 다른 연구에서는 91명의 PSVD 환자 중 30% 이상의 환자에서 만성간질환이 있었고 중위 37개월의 추적관찰동안 2명의 환자에서 간암이 발생하였다 (21).

문맥고혈압 환자에서 조직검사가 필요한 경우

이와 같은 영상의학적 소견들을 종합하여 문맥고혈압의 징후가 있는 환자에서 원인 질환을 감별하기 위해 조직검사가 필요한 경우를 알아보려고 한다 (Fig. 2). CT나 MRI와 같은 단면영상에서는 간표면결절성 및 4구역위축 여부를 각각 평가기준으로 삼아 판단하며 (11), 초음파탄성측정법에서는 순간탄성측정법을 기준으로 Baveno VI consensus에서 차용한 10 kPa과 20 kPa의 두개의 절단값 (dual cut-off)을 사용한다 (1, 18). 간표면결절성과 4구역위축이 모두 있는 경우와 간탄성도가 20 kPa 이상인 경우 PSVD보다는 간경화의 가능성이 높고, 그 외의 경우는 PSVD의 가능성을 배제할 수 없기 때문에 필요시 간 조직검사를 고려해야 한다. 단면영상과 초음파탄성측정법 모두 두개의 평가기준과 두개의 절단값을 사용하므로 중간지대가 발생한다. 즉 단면영상에서는 간표면이 매끈하거나 4구역의 크기가 정상이거나 약간 증가한 경우, 초음파탄성측정법에서는 간탄성도가 10-20 kPa인 경우이며, 특히 환자가 간경화의 뚜렷한 원인이 없거나 PSVD와 연관된 간외질환이 있는 경우 PSVD의 가능성을 배제할 수 없으므로 간 조직검사를 고려해야 한다.

결론

Porto-sinusoidal vascular disease는 idiopathic non-cirrhotic portal hypertension의 엄격한 정의에서 제기된 제한점들을 극복하기 위해 비교적 최근에 제안된 개념으로 아직 의사들에게 잘 알려져 있지 않은 질환이다. 문맥고혈압과 연관된 징후로 발현하는 경우가 많기 때문에 임상적으로는 간경화와 구분이 쉽지 않으나 영상 검사를 통해 두 질환의 감별에 도움을 주는 단서를 얻을 수 있다. 따라서 영상학과 의사는 문맥고혈압의 평가를 위해 시행한 영상 검사에서 간경화와 구분되는 PSVD의 소견에 대해 알고 있어야 하며 PSVD의 진단을 위해 필수적인 조직검사를 제안할 수 있어야 하겠다.

ORCID: Ji Hun Kang: <https://orcid.org/0000-0002-4213-9428>

Funding

The authors state that this work has not received any funding.

Conflict of Interest

The authors of this manuscript declare no relationships with any companies, whose products or services may be related to the subject matter of the article.

References

1. de Franchis R. Expanding consensus in portal hypertension: Report of the Baveno VI Consensus Workshop: Stratifying risk and individualizing care for portal hypertension. *J Hepatol* 2015;63:743-752.
2. Schouten JN, Garcia-Pagan JC, Valla DC, Janssen HL. Idiopathic noncirrhotic portal hypertension. *Hepatology* 2011;54:1071-1081.
3. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Vascular diseases of the liver. *J Hepatol* 2016;64:179-202.
4. De Gottardi A, Rautou PE, Schouten J, Rubbia-Brandt L, Leebeek F, Trebicka J, et al. Porto-sinusoidal vascular disease: proposal and description of a novel entity. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 2019;4:399-411.
5. Kmeid M, Liu X, Ballentine S, Lee H. Idiopathic Non-Cirrhotic Portal Hypertension and Porto-Sinusoidal Vascular Disease: Review of Current Data. *Gastroenterology Res* 2021;14:49-65.
6. Cazals-Hatem D, Hillaire S, Rudler M, Plessier A, Paradis V, Condat B, et al. Obliterative portal venopathy: portal hypertension is not always present at diagnosis. *J Hepatol* 2011;54:455-461.
7. Siramolpiwat S, Seijo S, Miquel R, Berzigotti A, Garcia-Criado A, Darnell A, et al. Idiopathic portal hypertension: natural history and long-term outcome. *Hepatology* 2014;59:2276-2285.
8. Schouten JN, Nevens F, Hansen B, Laleman W, van den Born M, Komuta M, et al. Idiopathic noncirrhotic portal hypertension is associated with poor survival: results of a long-term cohort study. *Aliment Pharmacol Ther* 2012;35:1424-1433.
9. Kang JH, Kim DH, Kim SY, Kang HJ, Lee JB, Kim KW, et al. Porto-sinusoidal vascular disease with portal hypertension versus liver cirrhosis: differences in imaging features on CT and hepatobiliary contrast-enhanced MRI. *Abdom Radiol (NY)* 2021;46:1891-1903.
10. Khanna R, Sarin SK. Non-cirrhotic portal hypertension - diagnosis and management. *J Hepatol* 2014;60:421-441.
11. Valainathan SR, Sartoris R, Elkrief L, Magaz M, Betancourt F, Pellegrino S, et al. Contrast-enhanced CT and liver surface nodularity for the diagnosis of porto-sinusoidal vascular disorder: A case-control study. *Hepatology* 2022;76:418-428.
12. Chouraqui E, Leguilloux L, Dohan A, Gouya H, Barral M, Vallet-Pichard A, et al. Can we differentiate HIV-associated obliterative portopathy from liver cirrhosis using MRI? *Eur Radiol* 2020;30:213-223.
13. Lampichler K, Semmler G, Wöran K, Simbrunner B, Jachs M, Hartl L, et al. Imaging features facilitate diagnosis of porto-sinusoidal vascular disorder. *Eur Radiol* 2023;33:1422-1432.
14. Glatard AS, Hillaire S, d'Assignies G, Cazals-Hatem D, Plessier A, Valla DC, et al. Obliterative portal venopathy: findings at CT imaging. *Radiology* 2012;263:741-750.
15. Ahmad AK, Atzori S, Taylor-Robinson SD, Maurice JB, Cooke GS, Garvey L. Spleen stiffness measurements using point shear wave elastography detects noncirrhotic portal hypertension in human immunodeficiency virus. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e17961.
16. Ferreira-Silva J, Gaspar R, Liberal R, Cardoso H, Macedo G. Splenic-hepatic elastography index is useful in differentiating between porto-sinusoidal vascular disease and cirrhosis in patients with portal hypertension. *Dig Liver Dis* 2023;55:75-80.
17. Seijo S, Reverter E, Miquel R, Berzigotti A, Abalde JG,

- Bosch J, et al. Role of hepatic vein catheterisation and transient elastography in the diagnosis of idiopathic portal hypertension. *Dig Liver Dis* 2012;44:855-860.
18. Elkrif L, Lazareth M, Chevret S, Paradis V, Magaz M, Blaise L, et al. Liver Stiffness by Transient Elastography to Detect Porto-Sinusoidal Vascular Liver Disease With Portal Hypertension. *Hepatology* 2021;74:364-378.
19. Furuichi Y, Moriyasu F, Taira J, Sugimoto K, Sano T, Ichimura S, et al. Noninvasive diagnostic method for idiopathic portal hypertension based on measurements of liver and spleen stiffness by ARFI elastography. *J Gastroenterol* 2013;48:1061-1068.
20. Krasinskas AM, Eghtesad B, Kamath PS, Demetris AJ, Abraham SC. Liver transplantation for severe intrahepatic noncirrhotic portal hypertension. *Liver Transpl* 2005;11:627-634; discussion 610-621.
21. Wöran K, Semmler G, Jachs M, Simbrunner B, Bauer DJM, Binter T, et al. Clinical Course of Porto-Sinusoidal Vascular Disease Is Distinct From Idiopathic Noncirrhotic Portal Hypertension. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2022;20:e251-e266.

Porto-sinusoidal Vascular Disease: 영상의학과 의사가 알아야 할 것

강 지 훈

한양대학교 구리병원 영상의학과, 한양대학교 의과대학 의학과

초 록

Porto-sinusoidal vascular disease (PSVD)는 문맥고혈압을 유발할 수 있는 비교적 드문 간의 혈관질환이다. PSVD는 간경화와 유사한 임상소견을 보이기 때문에 임상적으로는 진단이 어렵다. 하지만 영상의학적 검사는 PSVD와 간경화의 감별에 중요한 단서를 제공할 수 있다. 이 종설은 단면영상 및 초음파탄성측정법에서 PSVD를 시사하는 소견에 대해 알아보고, 이를 통해 임상 의에게 PSVD의 진단에 필수적인 조직검사를 제안할 수 있게 한다.

Can Perfusion CT Differentiate GIST from Other Benign Subepithelial Tumors in the Stomach?

Seungchul Han¹, Se Hyung Kim^{2,3}, Dong Ho Lee^{2,3}

¹Department of Radiology, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

²Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

³Institute of Radiation Medicine, Seoul National University Medical Research Center, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the diagnostic performance of perfusion computed tomography (PCT) parameters for differentiating gastrointestinal stromal tumors (GISTs) from other benign subepithelial tumors (SETs) in the stomach.

Materials and Methods: Thirty-one patients with gastric SETs subsequently confirmed via surgery underwent PCT using a multidetector computed tomography (CT) scanner at 80 kVp. Two radiologists analyzed key CT features including homogeneity and degree of enhancement. PCT parameters including blood flow, blood volume, mean transit time, and permeability surface value (PS) were independently calculated by two other radiologists. Comparative analysis of the CT features and perfusion parameters of GISTs and other benign SETs was then performed. Diagnostic performances of the perfusion parameters were also evaluated using receiver operating characteristic (ROC) analysis.

Results: Twenty-four patients were proven to have GISTs via histologic examination, while the remaining non-GISTs included 3 leiomyomas, 3 schwannomas, and 1 totally necrotic nodule. Among the conventional CT features, lymphadenopathy was more frequent in non-GISTs (2/7, 28.6%) than in GISTs (0/24, 0%) ($p = 0.045$). Among the PCT parameters, the mean PS in the areas of strongest enhancement of GISTs (25.3 ± 23.9 mL/100 g/min) was significantly higher than that of other SETs (8.8 ± 8.8 mL/100 g/min) ($p = 0.029$). In ROC analysis, an area under the curve of 0.774 ($p = 0.03$), sensitivity of 91.7%, and specificity of 57.1% were achieved when the PS cut-off was set at 7.17 mL/100 g/min.

Conclusions: Perfusion parameters were helpful for differentiating GISTs from other benign SETs, as GISTs exhibited significantly higher PS than non-GISTs.

Keywords: Stomach; Gastrointestinal stromal tumors; Leiomyoma; Perfusion imaging; Task performance and analysis

Introduction

Although gastric subepithelial tumors (SETs) are

considered "rare", they are quite frequently detected incidentally during esophagogastroduodenoscopy (1, 2). Gastric SETs include a wide variety of benign,

Received: April 27, 2023 Revised: June 19, 2023 Accepted: June 21, 2023

Correspondence: Se Hyung Kim, MD, PhD

Department of Radiology, Seoul National University Hospital and Seoul National University College of Medicine, 101 Daehakro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-2057 Fax: +82-2-743-6385 E-mail: shkim71@snu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.



pre-malignant, and malignant lesions. They can be classified into four main subtypes according to their origin; true smooth muscle tumors (leiomyomas, leiomyosarcomas, glomus tumors), neurogenic tumors (schwannomas, neurofibromas, ganglioneuromas, paragangliomas), fibroblastic tumors (desmoid, inflammatory myofibroblastic tumors), and gastrointestinal stromal tumors (GISTs) (3). With the exception of very rare leiomyosarcomas, all gastric mesenchymal tumors other than GISTs are almost always benign. GISTs however—even when they are small—are potentially malignant (4, 5). Therefore, accurate differentiation of GISTs from other benign SETs is crucial for management planning and predicting prognoses.

According to several previous reports, computed tomography (CT) findings including non-cardial location, heterogeneous enhancement, presence of necrosis, larger lesion size, and absence of lymphadenopathy are highly suggestive of large GISTs (≥ 5 cm), as opposed to schwannomas or leiomyomas (3, 6, 7). GISTs can sometimes manifest as well-defined masses with homogenous low attenuation in the cardiac area, particularly if they are small (< 5 cm), rendering differentiation from leiomyoma or schwannoma challenging.

Advances in multidetector CT have resulted in the development of perfusion CT (PCT) as an attractive imaging modality that can determine tissue perfusion characteristics in various types of solid organ and hollow viscus tumors (8-11). Several recent studies have reported that PCT of gastric cancer is feasible, and gastric cancer perfusion parameters obtained from PCT data provide information on tumor vascularity and angiogenesis, making histologic differentiation and treatment monitoring with PCT possible (11-13). However, the differentiation of GISTs from other benign SETs using tumor perfusion parameters obtained via PCT has not been investigated. In the current prospective study, we investigated whether the perfusion parameters of gastric SETs obtained via PCT could provide useful information for differentiating between GISTs and non-GISTs in the stomach.

Materials and Methods

This prospective observational study included patients suspected of having gastric SETs attending an academic

medical center from December 2017 to July 2018. The study was compliant with the Health Insurance Portability and Accountability Act and was approved by the appropriate institutional review board. Written informed consent was obtained from all subjects.

Study population

Fifty patients with a clinically suspected gastric SET greater than 1 cm in size as determined via endoscopy or incidental CT scanning were prospectively recruited at our institute. All patients underwent PCT. Of the 50 patients, 35 gastric SETs were pathologically confirmed via surgery ($n = 34$) or endoscopic resection ($n = 1$). Of these 35 patients, 4 with insufficient coverage of the tumor in dynamic scanning were excluded, therefore a total of 31 patients were ultimately included in further image analyses (Fig. 1). They consisted of 5 men and 26 women, with a mean age of 60.8 years (range 27–85 years). Twenty-nine underwent gastric wedge resection, and the remaining 2 underwent subtotal gastrectomy.

CT protocols

CT scans were performed with a 64-channel multidetector CT scanner (SOMATOM Definition, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany). Before CT scanning, all patients were asked to drink 1 L of water to distend the stomach. No anti-peristaltic agent was used. After a baseline non-enhanced scan covering the distended

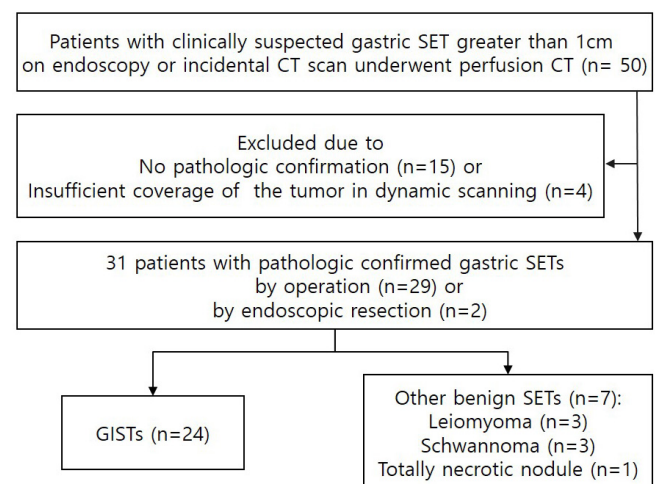


Fig. 1. Flow chart of study population. SET=subepithelial tumor, CT=computed tomography, GIST=gastrointestinal stromal tumor.

stomach, which was identified on a topogram, dynamic scanning for the target gastric lesion with a limited scanning range of 17.6 cm was conducted. In each patient, 50 mL of iodinate contrast agent (Bonorex 350; Central Medical Service, Seoul, Korea) was injected into an antecubital vein at a flow rate of 5 mL/sec followed by 50 mL of saline at the same flow rate. Seven seconds after the injection of contrast material, 15 spiral acquisitions were performed in four-dimensional spiral mode with a variable pitch. Images were acquired with a scanning time of 1.5 sec per spiral and a cycle time of 3 sec, resulting in a total examination time of 46 sec. Additional scanning parameters were tube voltage 80 kVp, tube current-time product 150 mAs, and section collimation 64×1.2 mm with a z-flying focal spot. Patients were instructed to breathe shallowly throughout the scanning. PCT images were reconstructed with a section thickness of 3 mm (increment 2 mm) using a medium-smooth tissue convolution kernel (B20f). Radiation dose parameters derived from the electronically logged patient protocol included a volume CT dose index of 75.76 mGy, and a dose-length product of 911 mGy-cm. The total effective dose for perfusion scanning was 13.6 mSv with a conversion factor of 0.015 mSv/mGy-cm. Dynamic perfusion scanning was followed by a conventional contrast-enhanced portal phase CT extending from the liver dome to the lower margin of the symphysis pubis 60 sec after the administration of an additional 1.2 mL/kg of contrast agent. The total effective dose of the entire CT protocol was 21–29 mSv.

Image analysis

Baseline characteristics including age, sex, and clinical symptoms were obtained from the patients' electronic medical records. Tumor location and size were assessed via operative and/or endoscopic methods. Two radiologists (S.C.H. and S.H.K.) evaluated conventional CT features of the lesions pertaining to enhancement pattern (homogenous vs. heterogeneous), degree (low, iso, or high), shape (endophytic, exophytic, or dumbbell), margin (smooth or lobulated), enhancement of overlying mucosa, lymph node (LN) enlargement, and the presence of necrosis and calcification on portal venous CT, via consensus. The degree of lesion enhancement was compared with that of adjacent normal gastric mucosa.

For the LN enlargement, we used a cut-off value of 8mm in short diameter.

Dedicated software (Syngo.via, VA 36A; Siemens) and an application (CT Body Perfusion in Syngo.via) were used for the quantitative analysis of PCT data. An integrated motion-correction algorithm using a non-rigid registration method was applied (14), then peak arterial enhancement was measured in a circular region of interest (ROI) placed in the suprarenal abdominal aorta. Lesion perfusion was calculated using a maximal slope and delayed Patlak models yielding blood flow (BF, mL/100 g/min), blood volume (BV, mL/100 g/min), mean transit time (MTT, sec), and permeability surface value (PS, mL/100 g/min).

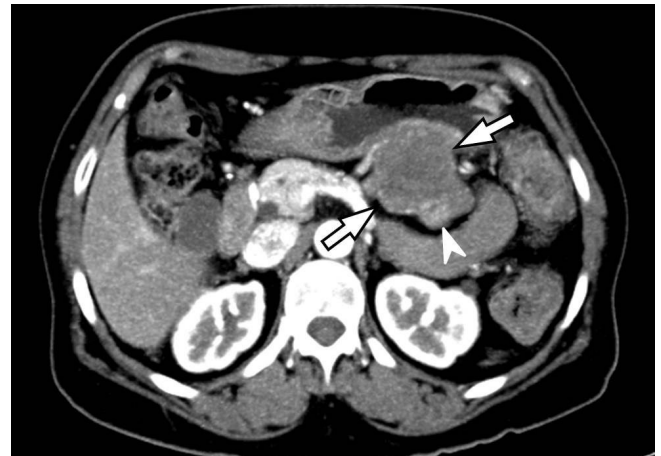
Two blinded and independent radiologists (S.C.H. with 3 years of experience in radiology and D.H.L. with 11 years of experience) identified the gastric lesions and manually drew ROIs over the corresponding areas free-hand. The a priori consensus was to draw ROIs on an axial section where the gastric lesion was depicted with the best quality. ROI drawing was done for the entire tumor and for the portion exhibiting the strongest enhancement, avoiding the inclusion of extra-lesional fluid or air (Figs. 2, 3).

Statistical analysis

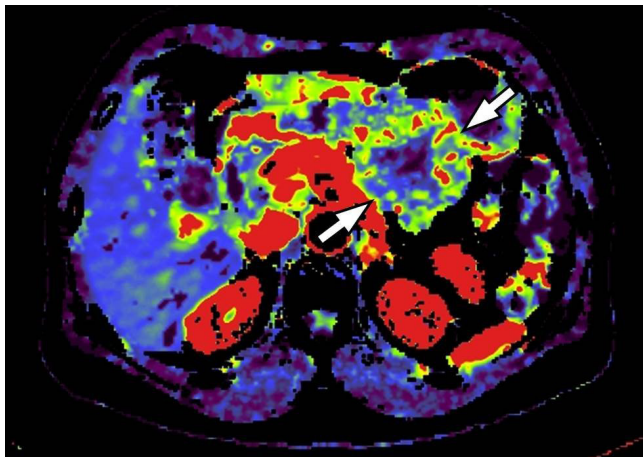
Continuous variables were expressed as means \pm standard deviation, and categorical variables as frequencies or percentages. Data-sets were assessed for normality of distribution using the Shapiro-Wilk test. The chi-square or Fisher's exact test were used to assess the significance of differences in categorical variables between GISTs and non-GISTs, and the Mann-Whitney U test or Student's t-test were used to compare continuous variables. To determine inter-reader agreement for the CT perfusion parameter measurements, intraclass correlation coefficients (ICCs) were calculated for each pair of variables. We considered ICC values greater than 0.81 to represent nearly perfect agreement, and values of 0.61–0.80, 0.41–0.60, and 0.21–0.40 representative of substantial, moderate, and fair agreement, respectively. Values less than 0.21 were considered to indicate slight agreement (15). We also assessed the accuracy of parameters by calculating the non-parametric area under the receiver-operating characteristic (ROC) curve (AUC) with 95% confidence intervals (CI). All statistical analyses



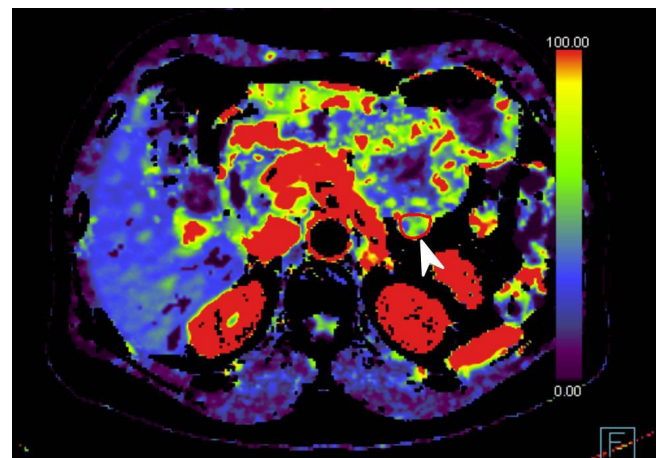
A



B



C



D



E

Fig. 2. A 68-year-old woman with a high-risk gastrointestinal stromal tumor (GIST). **A.** Gastrosopic image shows a large subepithelial tumor (arrow) at posterior wall of gastric lower body. **B.** Maximum intensity projection CT image shows a 6cm large subepithelial tumor (arrows) with internal low attenuation and enhancing portion (arrowhead). **C.** A color map of permeability surface value demonstrates heterogeneous color signal within the tumor (arrows), suggesting an intra-tumoral heterogeneity. **D.** Permeability surface value at the strongest enhancing portion (arrowhead) was measured as 75.2 mL/100 g/min. **E.** Wedge resection was performed and final histopathology confirmed a high-risk GIST with 10 mitosis/50 high-power fields.

were performed using SPSS software (version 22; SPSS Inc., Chicago, Illinois), and $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

Baseline characteristics

Among the 31 cases, 24 were histologically confirmed as GISTs (4, no risk of malignancy; 11, very low risk; 2, low risk; 5, intermediate risk; and 2, high risk) and 7 were confirmed as benign non-GISTs (3 leiomyomas, 3

schwannomas, and 1 totally necrotic nodule). GISTs were further subcategorized into a no risk to low risk group (including no risk, very low risk, and low risk GISTs) and an intermediate to high risk group (including intermediate risk and high risk GISTs). The malignant potential of GISTs was assessed as very low, low, intermediate, or high on the basis of their mitotic index and size, according to the revised National Institutes of Health consensus criteria (the Joensuu risk criteria) (15). The majority of the tumors were longitudinally located in the upper body (11/31; 35.5%) and transversely located at the anterior wall and greater

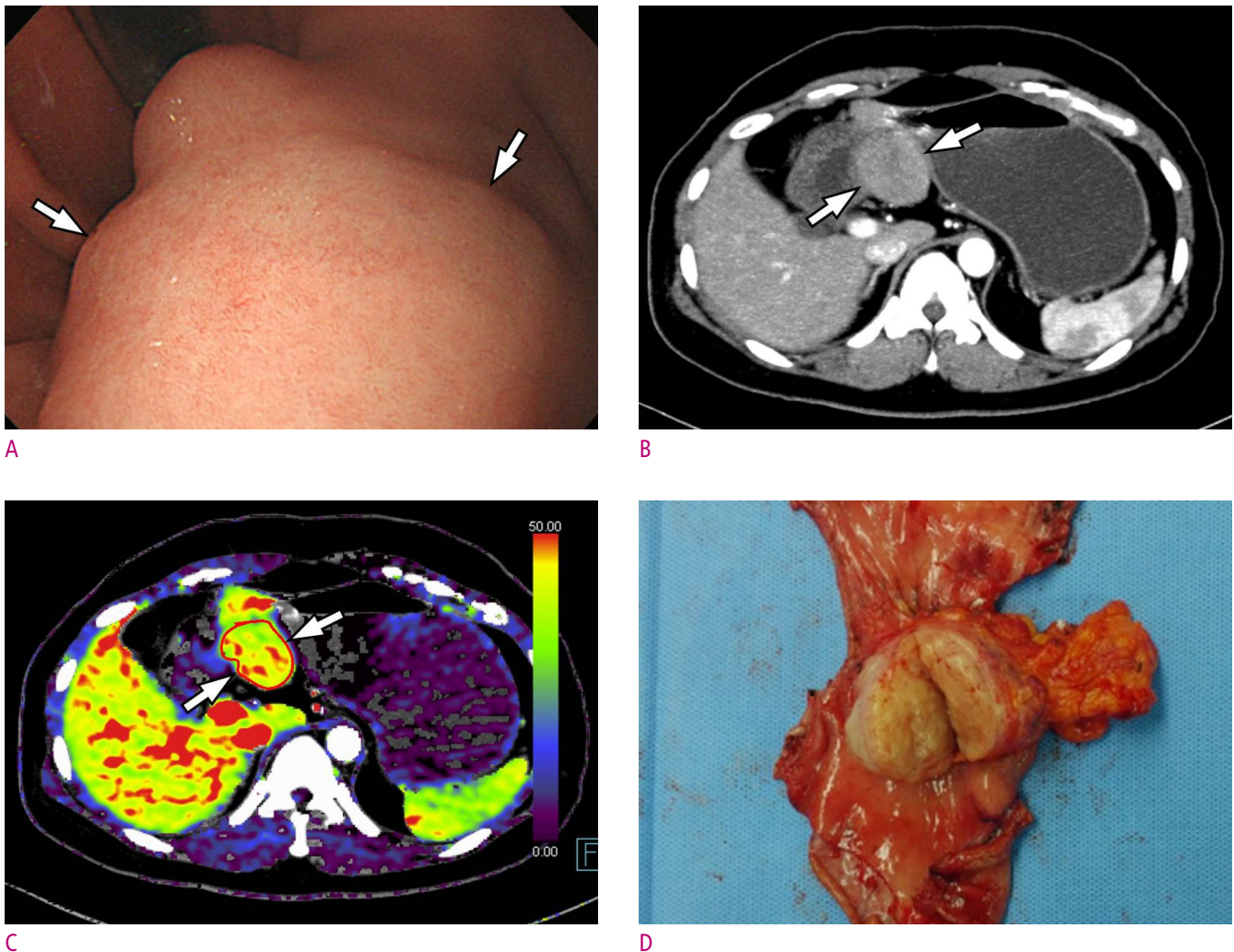


Fig. 3. A 42-year-old woman with a very low-risk gastrointestinal stromal tumor (GIST). **A.** Gastroscopic image shows a large subepithelial tumor (arrows) at anterior wall of gastric angle. **B.** Maximum intensity projection CT image shows a 4.6 cm large subepithelial tumor (arrows) with relatively homogeneous enhancement. **C.** Permeability surface value at the entire tumor as well as the strongest enhancing portion (arrows) was measured as 42.5 mL/100 g/min. **D.** Subtotal gastrectomy was performed and final histopathology confirmed a very low-risk GIST with 2 mitosis/50 high-power fields.

curvature of the stomach (9/31; 29.0% each). The median tumor size was 2.8 cm (range 1.5–8.0 cm). There were no significant differences in baseline characteristics between the GIST and non-GIST groups (Table 1).

Conventional CT features

In univariate analysis, the non-GIST group exhibited a high proportion of LN enlargement (28.6% vs. 0%, $p = 0.045$), and all the positive cases were confirmed as schwannomas. There were no other statistically significant differences in CT features between the two groups (Table 2). Among the 24 GISTs, 17 were assigned to the no risk to low risk group and the remaining 7 were assigned to the intermediate to high risk group, and there were no significant differences in any conventional CT features between these two groups.

Table 1. Baseline Characteristics of GISTs and non-GISTs

	GISTs	Non-GISTs	P value
Age (years)	62.5 ± 8.9	55.1 ± 21.8	0.394
Sex (M:F)	4:20	1:6	1
Tumor size (cm)	3.4 ± 1.7	4.4 ± 1.4	0.089

Data are mean ± standard deviation. P values were calculated using Mann-Whitney U test and Fisher's exact test. GIST=gastrointestinal stromal tumor.

CT perfusion parameters

Among the perfusion parameters, the mean PS in the most strongly enhanced area of GISTs (25.3 ± 23.9 mL/100 g/min) was significantly higher than that of other benign SETs (8.8 ± 8.8 mL/100 g/min) ($p = 0.029$). There were no significant differences in any other CT perfusion parameters (Figs. 2-5) (Table 3). There were also no significant differences in perfusion parameters between the no risk to low risk GIST group and the intermediate to high risk GIST group.

ICCs indicated nearly perfect reliability for most of the CT perfusion parameters with regard to the entire tumor, except for MTT, which exhibited moderate reliability (BF 0.928, 95% CI 0.853 to 0.965; BV 0.911, 95% CI 0.814 to 0.957; PS 0.953, 95% CI 0.902 to 0.977; MTT 0.468, 95% CI -0.118 to 0.745). For the areas of strongest enhancement, BF and BV ICCs also indicated nearly perfect reliability (BF 0.933, 95% CI 0.861 to 0.968; BV 0.949, 95% CI 0.896 to 0.976). However, PS and MTT ICCs indicated moderate reliability (PS 0.531, 95% CI 0.016 to 0.775; MTT 0.542, 95% CI 0.044 to 0.780) (16).

In ROC analysis of PS in the areas of strongest enhancement, the AUC was 0.774 ± 0.211 ($p = 0.03$), and sensitivity was 91.7% (22/24) and specificity was 57.1% (4/7) with regard to the diagnosis of GISTs when

Table 2. Statistical Analysis for Conventional CT Features between GISTs and non-GISTs

		GISTs (n=24)	Non-GISTs (n=7)	P value
Enhancement degree	Low	12 (50.0%)	5 (71.4%)	0.605
	Iso	6 (25.0%)	1 (14.3%)	
	High	6 (25.0%)	1 (14.3%)	
Enhancement pattern	Homogeneous	15 (62.5%)	6 (85.7%)	0.379
	Heterogeneous	9 (37.5%)	1 (14.3%)	
Shape	Endophytic	8 (33.3%)	2 (28.6%)	0.549
	Dumbbell	13 (54.2%)	3 (42.9%)	
	Exophytic	3 (12.5%)	2 (28.6%)	
Enhancement of overlying mucosa	Iso	24 (100.0%)	7 (100.0%)	NA
	Hyper	0 (0.0%)	0 (0.0%)	
Necrosis		7 (29.2%)	0 (0.0%)	0.161
Margin	Smooth	16 (66.7%)	2 (28.6%)	0.099
	Lobulated	8 (33.3%)	5 (71.4%)	
Lymph node enlargement		0 (0.0%)	2 (28.6%)	0.045
Calcification		1 (4.2%)	1 (14.3%)	0.406

Data were the number (percentage). P values were calculated using Chi-square or Fisher's exact test. GIST=gastrointestinal stromal tumor, NA=not available. P value in Bold represents a statistical significance.

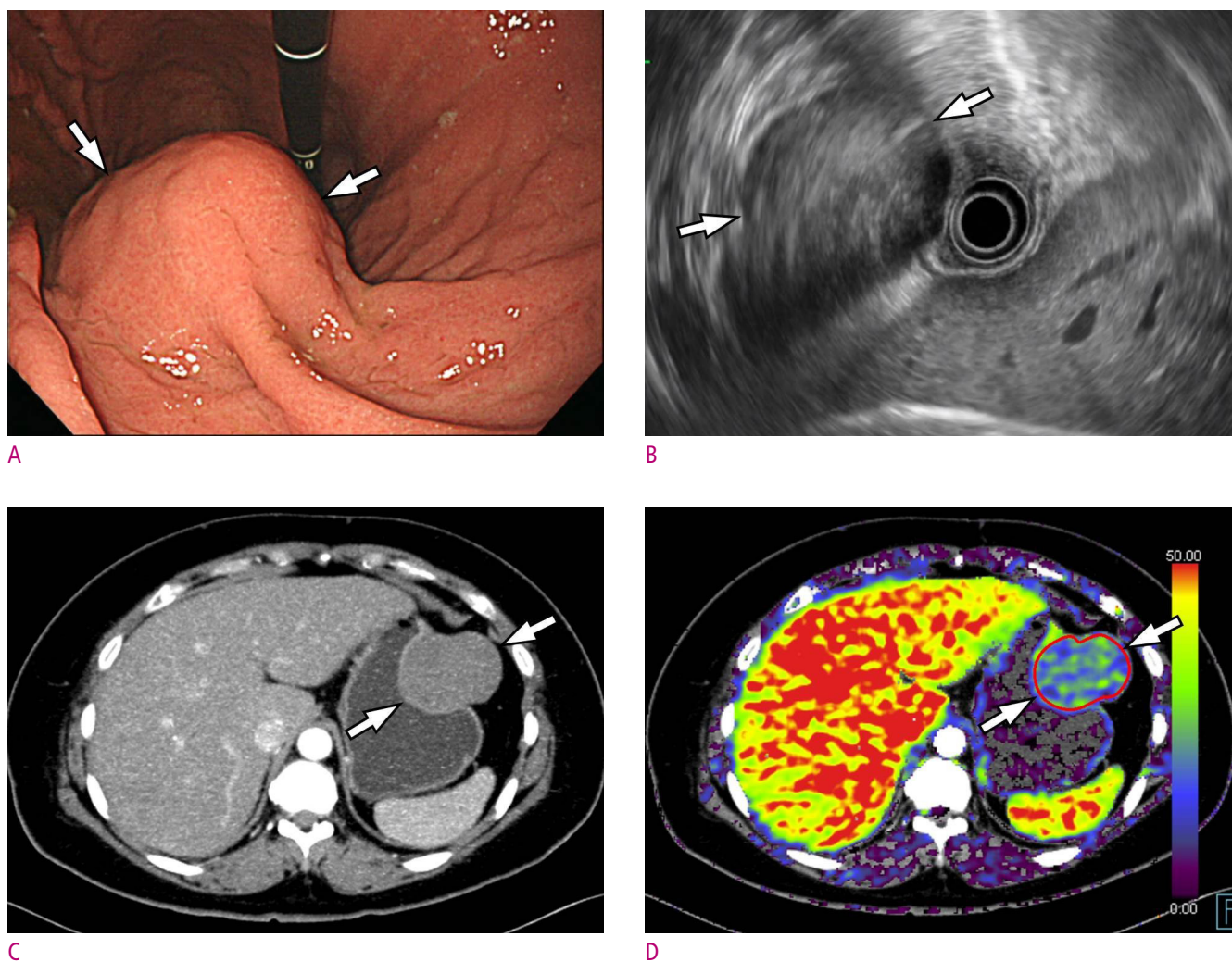


Fig. 4. A 46-year-old woman with gastric schwannoma. **A.** A gastroscopic image depicts a subepithelial tumor (arrows) at anterior wall of gastric mid-body. **B.** Endoscopic ultrasonography demonstrates a hypoechoic subepithelial mass (arrows) arose from the 4th proper muscle layer. **C.** Maximum intensity projection CT image shows a homogeneous low-attenuating mass (arrows) at the corresponding area. **D.** Permeability surface value at the entire tumor as well as the strongest enhancing portion (arrows) was measured as 20.32 mL/100 g/min. Wedge resection was performed and final histopathology confirmed a gastric schwannoma (not shown).

Table 3. Comparison of CT Perfusion Parameters between GISTs and Non-GISTs

		GISTs (n=24)	Non-GISTs (n=7)	P value
Entire tumor	Blood flow	29.7±14.4	19.6±10.5	0.096
	Blood volume	7.1±3.5	4.5±2.3	0.104
	Mean transit time	13.2±3.8	10.4±5.7	0.141
	Permeability Surface value	22.0±16.2	16.2±5.6	0.695
Strongest enhancing portion	Blood flow	37.5±17.6	26.9±15.7	0.161
	Blood volume	8.6±4.1	5.6±3.0	0.079
	Mean transit time	12.3±5.3	8.8±5.4	0.132
	Permeability Surface value	25.3±23.9	8.8±8.8	0.029

Data are mean ± standard deviation. P values were calculated using Mann-Whitney U test.

P value in Bold represents a statistical significance.

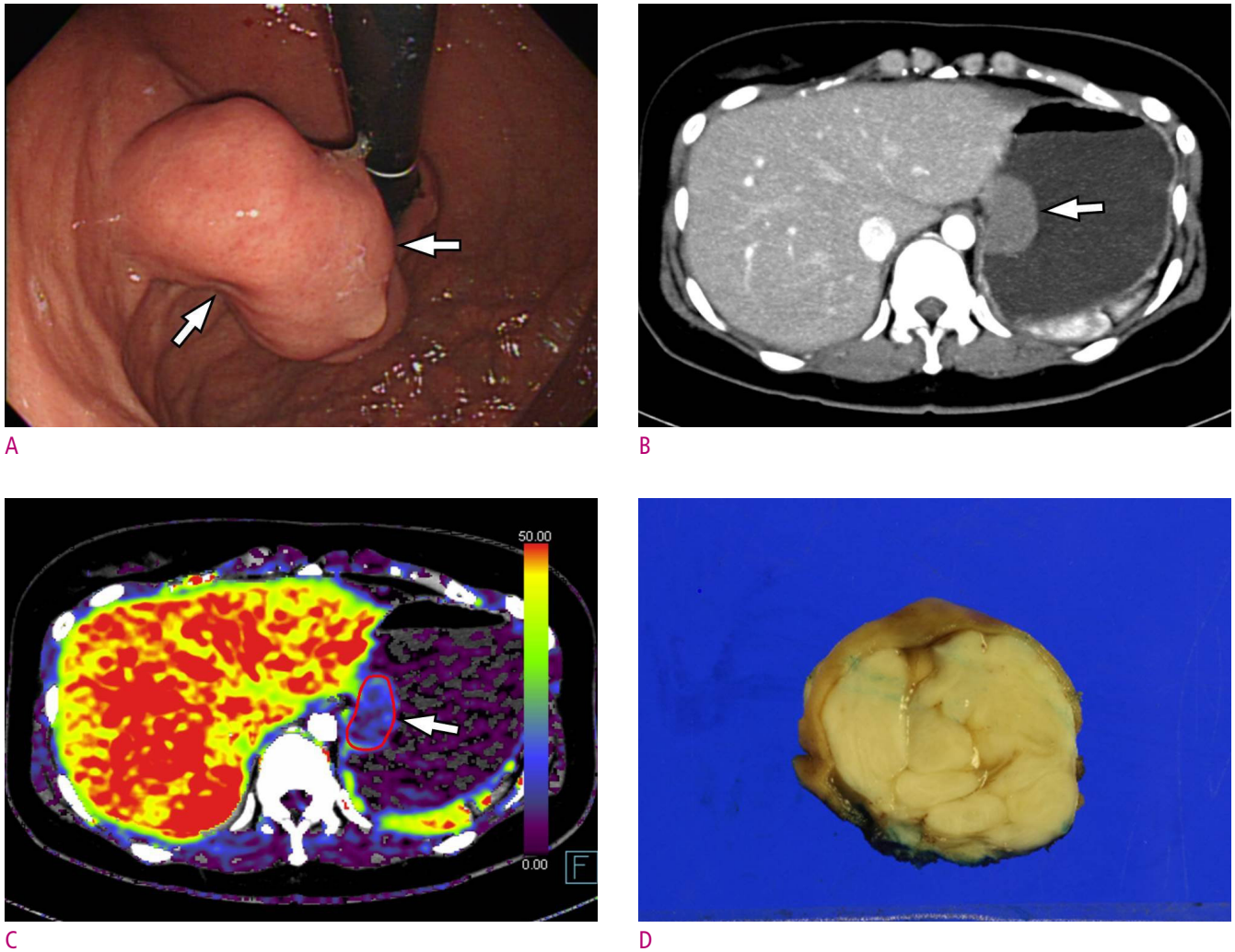


Fig. 5. A 30-year-old woman with gastric leiomyoma. **A.** A gastroscopic image depicts a subepithelial tumor (arrows) at gastric cardia adjacent to gastro-esophageal junction. **B.** Maximum intensity projection CT image shows a homogeneous low-attenuating mass (arrow). **C.** Permeability surface value at the entire tumor as well as the strongest enhancing portion (arrow) was measured as 6.52 mL/100 g/min. **D.** Wedge resection was performed and final histopathology confirmed a gastric leiomyoma.

the PS cut-off value was set at 7.17 mL/100 g/min (Fig. 6).

Discussion

In the current study, PS in the areas of strongest enhancement of GISTs was an independently significant CT perfusion parameter with respect to differentiating GISTs from other benign SETs. More specifically, the mean PS of GISTs in the areas of strongest enhancement (25.3 ± 23.9 mL/100 g/min) was significantly higher than that of non-GISTs (8.8 ± 8.8 mL/100 g/min). In addition, although the difference was not statistically significant, BF

and BV of GISTs tended to be greater than those of non-GISTs. These results were concordant with previous reports (17, 18). In several previous studies, over-expression of angiogenesis-related factors such as vascular endothelial growth factor and hypoxia-inducible factor 1 alpha was detected in GISTs (17, 18). Furthermore, given the malignant potential of GISTs they may contain more leaky vessels than other benign SETs, leading to higher PS because—theoretically—PS represents the flux of plasma from the intravascular interstitial space to the extravascular interstitial space (9, 13). Therefore, the different microvasculature and vessel permeability of GISTs

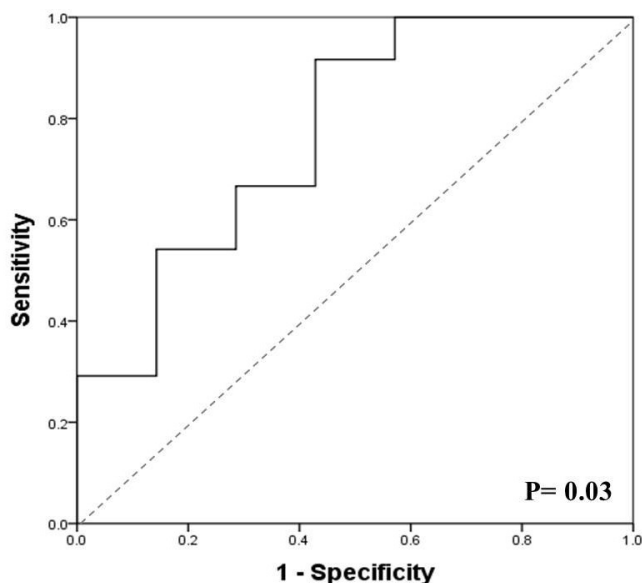


Fig. 6. Result of receiver operating characteristic curve (ROC) analysis. ROC analysis of permeability surface value of the strongest enhancing area to predict GIST reveals an area under the curve of 0.774 (95% confidence interval, 0.563–0.985, $P=0.03$).

may be responsible for the higher perfusion values they exhibit compared to non-GISTs.

Other than CT perfusion values, LN enlargement was the only significant conventional CT feature pertaining to differentiation between GISTs and non-GISTs. None of the GISTs were associated with lymphadenopathy, whereas 2 of the 7 benign SETs were associated with LN enlargement. Both of these lesions were confirmed to be schwannomas. This result is also concordant with previous reports (3, 6). According to Choi et al. (3), gastric schwannomas tend to be associated with LN enlargement. Though the precise pathophysiological mechanisms involved in the frequent lymphadenopathy associated with schwannoma have not been investigated, the authors assume that a lymphophilic cytokine or cytokines may induce LN enlargement in this context because schwannoma is frequently accompanied by perilesional lymphoid cuffing at the periphery of the lesion (3). Therefore, we believe that the combined use of the presence of LN enlargement and lower PS value may increase the accuracy of gastric schwannoma diagnosis.

Contrary to our expectation that greater malignant potential in high-risk GISTs may result in higher perfusion values than in low-risk GISTs, there were no significant

differences in CT perfusion parameters or conventional CT features between high-risk and low-risk GISTs. The small sample sizes in the study may have been responsible for these non-significant results. A future study including a large number of patients is required, to clarify these unexpected results.

High inter-observer and intra-observer variability are known limitations of the utilization of CT to investigate perfusion. In the present study however, ICC values for CT perfusion parameters between the two assessors were high, indicating near perfect or moderate reliability. We believe that the use of a motion correction algorithm may be responsible for such high reproducibility of CT perfusion values. Because the determination of perfusion via CT requires a long image acquisition time, the use of a motion correction algorithm could be considered essential. Goetti et al. (19) reported that without a motion correction algorithm quantitative assessment was impossible due to respiratory motion in approximately 30% of patients with liver lesions.

The current study had several limitations. The most limiting factors were that it was a single-center study and it only included a small number of participants ($N = 31$). However, we believe that the number of patients may be sufficient for a preliminary study investigating the use of PCT for the differentiation of gastric SETs. Although not significant in the present study, the higher values for most of the CT perfusion parameters in the GIST group is promising, and emphasizes the need for a multi-center study with a larger number of patients. Another limitation was reliance on the radiologist's subjective opinion with regard to the area with the strongest enhancement, which may have led to reduced reproducibility. Notably in this respect, the ICC of the PS of the area of strongest enhancement was lower than the ICC of the PS of the entire tumor. Lastly, despite the availability of various analytical systems for determining perfusion via CT, the present study was conducted with only one model from one manufacturer. Because our results were based on the delayed Patlak and maximum slope models, other analytical methods such as deconvolutional models may yield different results (20, 21).

In conclusion, perfusion parameters determined via PCT in patients with gastric SET were useful for the differentiation of GISTs from other benign SETs, as PS

values in GISTs were significantly higher than those of non-GIST SETs.

ORCID: Seungchul Han: <https://orcid.org/0000-0002-7276-0370>;
Se Hyung Kim: <https://orcid.org/0000-0001-8664-0356>; Dong Ho Lee: <https://orcid.org/0000-0001-8983-851X>

Acknowledgments

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea [NRF] funded by the Ministry of Science, ICT& Future Planning (NRF-2021R1F1A1046393) and from the Seoul National University Hospital Research Fund No. 03-2023-0340.

References

1. Hedenbro JL, Ekelund M, Wetterberg P. Endoscopic diagnosis of submucosal gastric lesions. The results after routine endoscopy. *Surg Endosc* 1991;5:20-23.
2. Polkowski M. Endoscopic ultrasound and endoscopic ultrasound-guided fine-needle biopsy for the diagnosis of malignant submucosal tumors. *Endoscopy* 2005;37:635-645.
3. Choi YR, Kim SH, Kim SA, Shin CI, Kim HJ, Kim SH, et al. Differentiation of large (≥ 5 cm) gastrointestinal stromal tumors from benign subepithelial tumors in the stomach: radiologists' performance using CT. *Eur J Radiol* 2014;83:250-260.
4. Miettinen M, Lasota J. Gastrointestinal stromal tumors: pathology and prognosis at different sites. *Semin Diagn Pathol* 2006;23:70-83.
5. Nilsson B, Bumming P, Meis-Kindblom JM, Oden A, Dortok A, Gustavsson B, et al. Gastrointestinal stromal tumors: the incidence, prevalence, clinical course, and prognostication in the preimatinib mesylate era--a population-based study in western Sweden. *Cancer* 2005;103:821-829.
6. Choi JW, Choi D, Kim KM, Sohn TS, Lee JH, Kim HJ, et al. Small submucosal tumors of the stomach: differentiation of gastric schwannoma from gastrointestinal stromal tumor with CT. *Korean J Radiol* 2012;13:425-433.
7. Yang HK, Kim YH, Lee YJ, Park JH, Kim JY, Lee KH, et al. Leiomyomas in the gastric cardia: CT findings and differentiation from gastrointestinal stromal tumors. *Eur J Radiol* 2015;84:1694-1700.
8. Kim DH, Kim SH, Im SA, Han SW, Goo JM, Willmann JK, et al. Intermodality comparison between 3D perfusion CT and 18F-FDG PET/CT imaging for predicting early tumor response in patients with liver metastasis after chemotherapy: preliminary results of a prospective study. *Eur J Radiol* 2012;81:3542-3550.
9. Kim SH, Kamaya A, Willmann JK. CT perfusion of the liver: principles and applications in oncology. *Radiology* 2014;272:322-344.
10. Lv WF, Han JK, Cheng DL, Zhou CZ, Ni M, Lu D. CT Perfusion Imaging Can Predict Patients' Survival and Early Response to Transarterial Chemo-Lipiodol Infusion for Liver Metastases from Colorectal Cancers. *Korean J Radiol* 2015;16:810-820.
11. Lee DH, Kim SH, Joo I, Han JK. CT Perfusion evaluation of gastric cancer: correlation with histologic type. *Eur Radiol* 2018;28:487-495.
12. Lundsgaard Hansen M, Fallentin E, Lauridsen C, Law I, Federspiel B, Baeksgaard L, et al. Computed tomography (CT) perfusion as an early predictive marker for treatment response to neoadjuvant chemotherapy in gastroesophageal junction cancer and gastric cancer--a prospective study. *PLoS One* 2014;9:e97605.
13. Zhang H, Pan Z, Du L, Yan C, Ding B, Song Q, et al. Advanced gastric cancer and perfusion imaging using a multidetector row computed tomography: correlation with prognostic determinants. *Korean J Radiol* 2008;9:119-127.
14. Gordic S, Puippe GD, Krauss B, Klotz E, Desbiolles L, Lesurtel M, et al. Correlation between Dual-Energy and Perfusion CT in Patients with Hepatocellular Carcinoma. *Radiology* 2016;280:78-87.
15. Joensuu H. Risk stratification of patients diagnosed with gastrointestinal stromal tumor. *Hum Pathol* 2008;39:1411-1419.
16. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-174.
17. Nakayama T, Cho YC, Mine Y, Yoshizaki A, Naito S, Wen CY, et al. Expression of vascular endothelial growth factor and its receptors VEGFR-1 and 2 in gastrointestinal stromal tumors, leiomyomas and schwannomas. *World J Gastroenterol* 2006;12:6182-6187.
18. hen WT, Huang CJ, Wu MT, Yang SF, Su YC, Chai CY. Hypoxia-inducible factor-1alpha is associated with risk of aggressive behavior and tumor angiogenesis in gastrointestinal stromal tumor. *Jpn J Clin Oncol* 2005;35:207-213.

19. Goetti R, Reiner CS, Knuth A, Klotz E, Stenner F, Samaras P, et al. Quantitative perfusion analysis of malignant liver tumors: dynamic computed tomography and contrast-enhanced ultrasound. *Invest Radiol* 2012;47:18-24.
20. Goh V, Halligan S, Bartram CI. Quantitative tumor perfusion assessment with multidetector CT: are measurements from two commercial software packages interchangeable? *Radiology* 2007;242:777-782.
21. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Kanata N, Koyama H, Takenaka D, et al. CT hepatic perfusion measurement: comparison of three analytic methods. *Eur J Radiol* 2012;81:2075-2079.

관류 CT가 위에서 위장관기질종양과 다른 양성 상피하종양을 구분하는데 유용한가?

한승철¹, 김세형^{2,3}, 이동호^{2,3}

¹삼성서울병원 영상의학과

²서울대학교병원 영상의학과

³서울대학교 의학연구센터 방사선의학연구소

목 적: 위에서 위장관기질종양을 다른 양성 상피하종양과 감별함에 있어 관류 CT의 진단능을 평가하고자 한다.

대상과 방법: 수술로 위 상피하종양으로 진단된 31명의 환자가 80kVp 전압 다중채널 CT를 이용한 관류 CT를 시행하였다. 두 명의 영상의학과 의사가 종양의 균질도 및 조영증강 정도를 포함한 다양한 고식적 CT 소견을 분석하였다. 또 다른 두 명의 영상의학과 의사가 관류 CT에서 종양의 혈류량, 혈류 용적, 혈류 평균통과시간, 투과값을 독립적으로 계산하였다. 위장관기질종양과 양성 상피하종양의 CT 소견 및 관류 지표들의 차이를 통계 분석하였다. 관류 지표의 진단능은 수신자조작특성 분석을 이용하여 평가하였다.

결 과: 병리학적 검사에서 24명의 환자가 위장관기질종양으로 진단되었고, 나머지 7명 중 3명은 평활근종, 3명은 신경초종, 1명은 완전괴사종괴로 진단되었다. 고식적 CT 소견 중 림프절 종대 유무만이 유일하게 위장관기질종양 (0/24, 0%)과 비위장관기질종양 (2/7, 28.6%)간에 차이를 보였다 ($p=0.045$). 관류 CT 지표 중에서는 가장 조영증강이 잘되는 부위에서 측정한 평균 투과값이 위장관기질종양 (25.3 ± 23.9 mL/100g/min)에서 다른 양성 상피하종양 (8.8 ± 8.8 mL/100 g/min)보다 유의하게 컸다 ($p=0.029$). 수신자조작특성 분석 결과, 투과값 컷오프를 7.17 mL/100 g/min으로 설정하였을 때, 수신자조작특성 곡선하 면적은 0.774 ($p=0.03$), 민감도는 91.7%, 특이도는 57.1%였다.

결 론: 관류 CT는 위에서 위장관기질종양을 다른 양성 상피하종양과 감별하는데 유용하게 사용될 수 있으며, 특히 위장관기질종양이 다른 양성 상피하종양보다 유의하게 높은 투과값을 보였다.

Inflammatory Myofibroblastic Tumor of Gallbladder Mimicking Gallbladder Cancer: A Case Report

Seo-Youn Choi¹, Susie Chin²

¹Department of Radiology and ²Department of Pathology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon, Korea

A primary inflammatory myofibroblastic tumor (IMT) of gallbladder is an extremely rare. Clinical and radiologic features of IMTs are nonspecific and can mimic malignant neoplasm. Herein, we present a case of gallbladder IMT, which was initially suspected to be gallbladder cancer preoperatively.

Keywords: Gallbladder; Neoplasms, Tomography, X-ray computed

Introduction

Inflammatory myofibroblastic tumor (IMT) is a rare type of mesenchymal neoplasm that can occur in various parts of the body. The most frequently involved organ in the abdomen is the liver, while the primary IMT of gallbladder is quite rare (1-3). It can present diagnostic challenges due to its potential resemblance to malignant neoplasms such as gallbladder cancer. In this case report, we will describe the clinical, imaging, and histopathological features of a patient diagnosed with gallbladder IMT, initially suspected to be a gallbladder cancer preoperatively. The purpose of this report is to describe the imaging findings of IMT of gallbladder and emphasize the significance of an accurate diagnosis.

Case Report

A 69-year-old female was referred to our hospital for weight loss of 5 kg in 6 months and abdominal discomfort. Upon laboratory tests, there were no significant findings, and the CA19-9 level was within normal limits.

A subsequent contrast-enhanced abdominal CT scan revealed the presence of a 3.5 x 6.0 cm mass in the gallbladder (Fig. 1). On non-contrast scan (Fig. 1A), the mass did not show definite calcification. In axial arterial (Fig. 1B) and portal venous (Fig. 1C) phases, the mass showed strong heterogeneous enhancement. The coronal reformatted image (Fig. 1D) showed focal enhancing thickening of the base of the gallbladder wall, where the large mass attached (arrow). An enlarged lymph node was found at pericholecystic area, just below the cystic duct (Fig. 1E).

Received: April 26, 2023 Revised: June 1, 2023 Accepted: June 13, 2023

Correspondence: Seo-Youn Choi, MD, PhD

Department of Radiology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, 170 Jomaru-ro, Bucheon 14584, Korea

Tel: +82-32-621-5851 Fax: +82-32-621-5874 E-mail: sychoi@schmc.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.





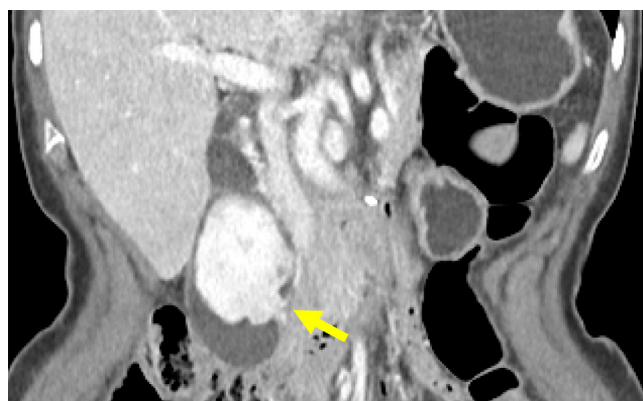
A



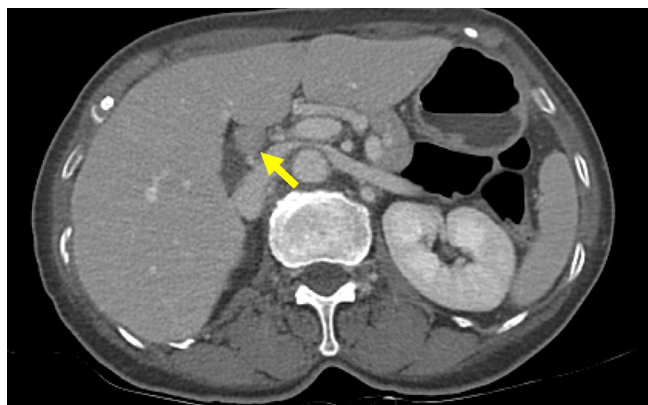
B



C



D



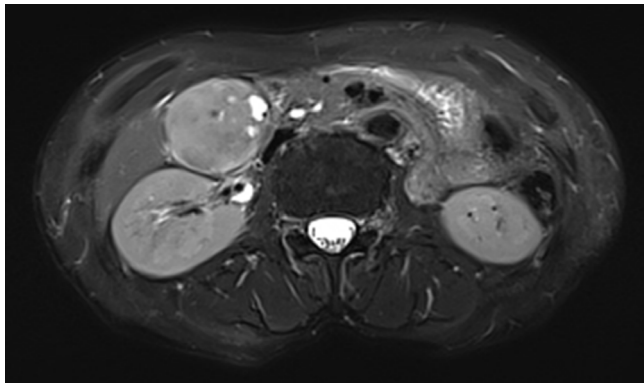
E

Fig. 1. Multiphasic CT reveals a 3.5 cm mass in the gallbladder. On non-contrast scan (A), the mass shows homogeneous attenuation with no calcification. Arterial (B) and portal venous (B) phases show well-defined, endophytic lobulated mass that enhances well and heterogeneously. An enlarged lymph node exists at pericholecystic area (arrow) on portal venous phase scan (E).

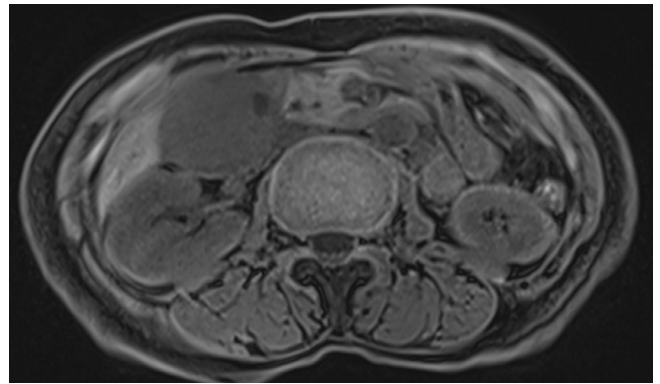
On axial T2-weighted image (Fig. 2A), the mass showed heterogeneously hyperintense T2 signal with small cystic components. Compared to precontrast T1-weighted image (Fig. 2B), on arterial (Fig. 2C), portal venous (Fig. 2D) and delayed (Fig. 2E) phases of dynamic enhancement study using extracellular gadolinium-based contrast media revealed a lobulated mass showing heterogeneous, well

and persistent enhancement. The mass showed definite diffusion restriction except for cystic components (Fig. 2F and G). The lymph node on the CT scan appeared as it was before.

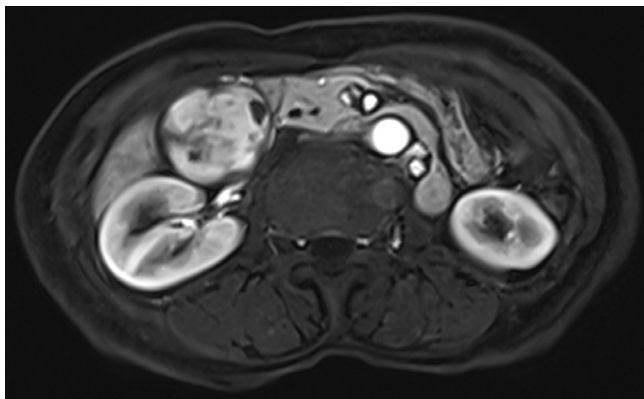
On following transabdominal ultrasonography, the gallbladder mass showed heterogenous echogenicity with increased vascularity on Doppler imaging (Fig. 3 A and B).



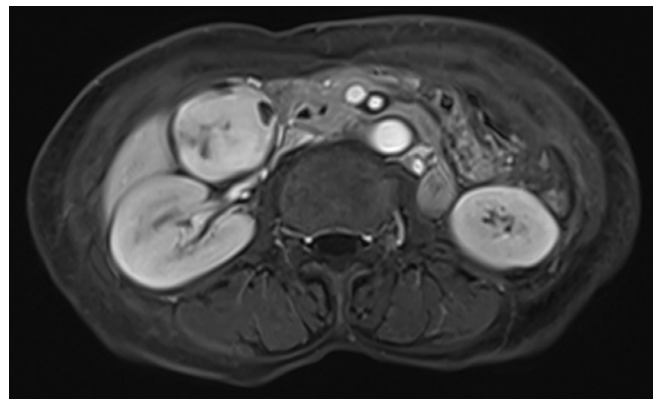
A



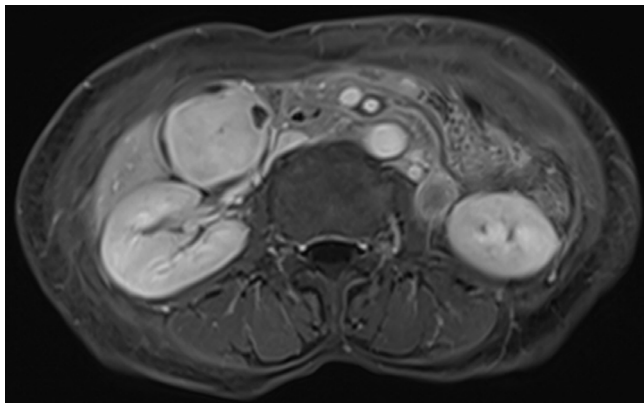
B



C



D



E

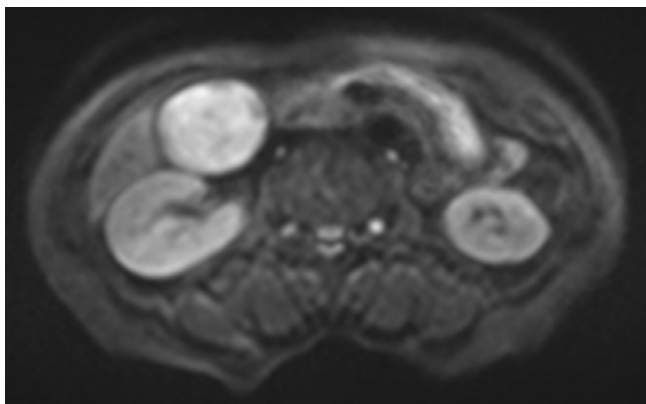
Fig. 2. MR images show a lobulated mass of the gallbladder. Axial T2-weighted image (A) shows a heterogeneously hyperintense mass with cystic or necrotic components. Precontrast (B) and dynamic enhanced (C-E) T1-weighted images show heterogeneously well-enhancing mass of the gallbladder.

As a differential diagnosis, we considered gallbladder cancer considering the incidence and staged it as cT2 based on the focal wall thickening at the base. Additionally, we mentioned the possibility of metastasis in the pericholecystic lymph node. We planned surgery with the impression of gallbladder cancer and decided to perform only laparoscopic cholecystectomy first with pericholecystic lymph node dissection and additional

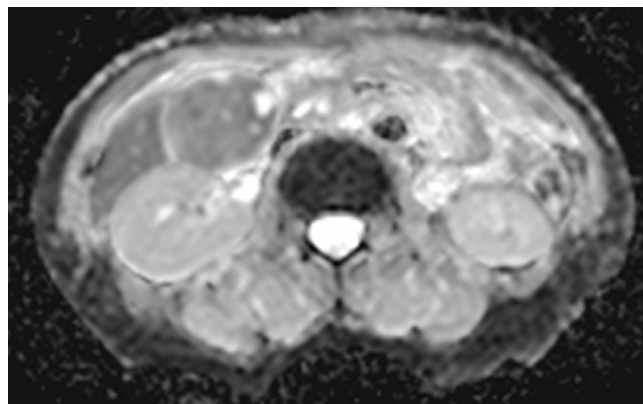
surgery if necessary. Histopathologic examination of the resected specimen revealed a 10.4 cm IMT (Fig. 4). In 6 months of follow-up imaging after operation, no recurrence or metastasis was found in abdomen.

Discussion

IMT is a rare tumor that can occur in various tissues and



F

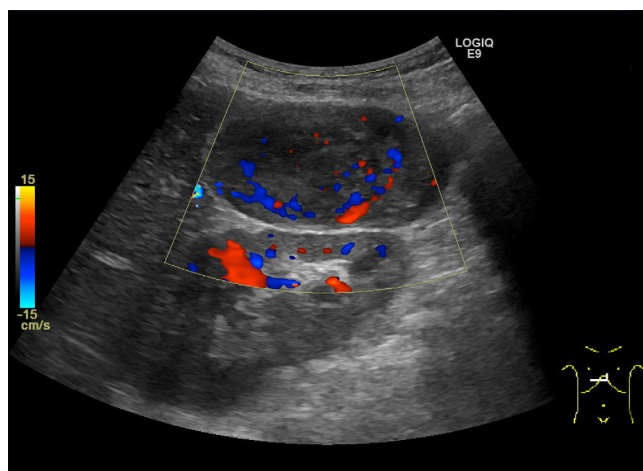


G

Fig. 2. (Continued) MR images show a lobulated mass of the gallbladder. Diffusion restriction of the mass except in cystic or necrotic areas is noted at the b value of 800 s/mm² (F) and the corresponding apparent diffusion coefficient map (G).



A



B

Fig. 3. Transabdominal ultrasonography reveals a mass that fills the gallbladder. The gallbladder mass showed heterogenous echogenicity with increased vascularity on Doppler imaging (Fig. 3 A and B).

organs, and is characterized by a mass or nodule made up of spindle-shaped cells called myofibroblasts, along with an inflammatory response. Inflammatory spindle cell lesions in previous researches exhibit a complex nomenclature, which has led to researchers frequently using the terms “IMT” and “inflammatory pseudotumor (IPT)” interchangeably in scientific papers. Recent studies have indicated IMT should be considered a neoplasm that may recur or metastasize (4), and IPT as a heterogeneous non-neoplastic condition characterized by an inflammatory lesion that can mimic a tumor (5, 6). The exact cause of IMT is not well understood, but it is believed to be related to an abnormal immune response or genetic mutations.

Symptoms of IMT can vary depending on the location and the size of the tumors, but they may include pain, swelling, and difficulty breathing or swallowing. Because IMT often mimics malignant neoplasm clinically, radiologically and histopathologically (7, 8), it can be confirmed through pathologic examination with the presence of myofibroblasts. Treatment for IMT may involve surgical removal of the tumor and the prognosis is generally favorable, especially if the tumor is caught early and effectively treated.

Although rare, when IMT involves the gallbladder, it can trigger acute cholecystitis, and if the lesion extends to the bile duct, it can also cause cholangitis, biliary colic, and

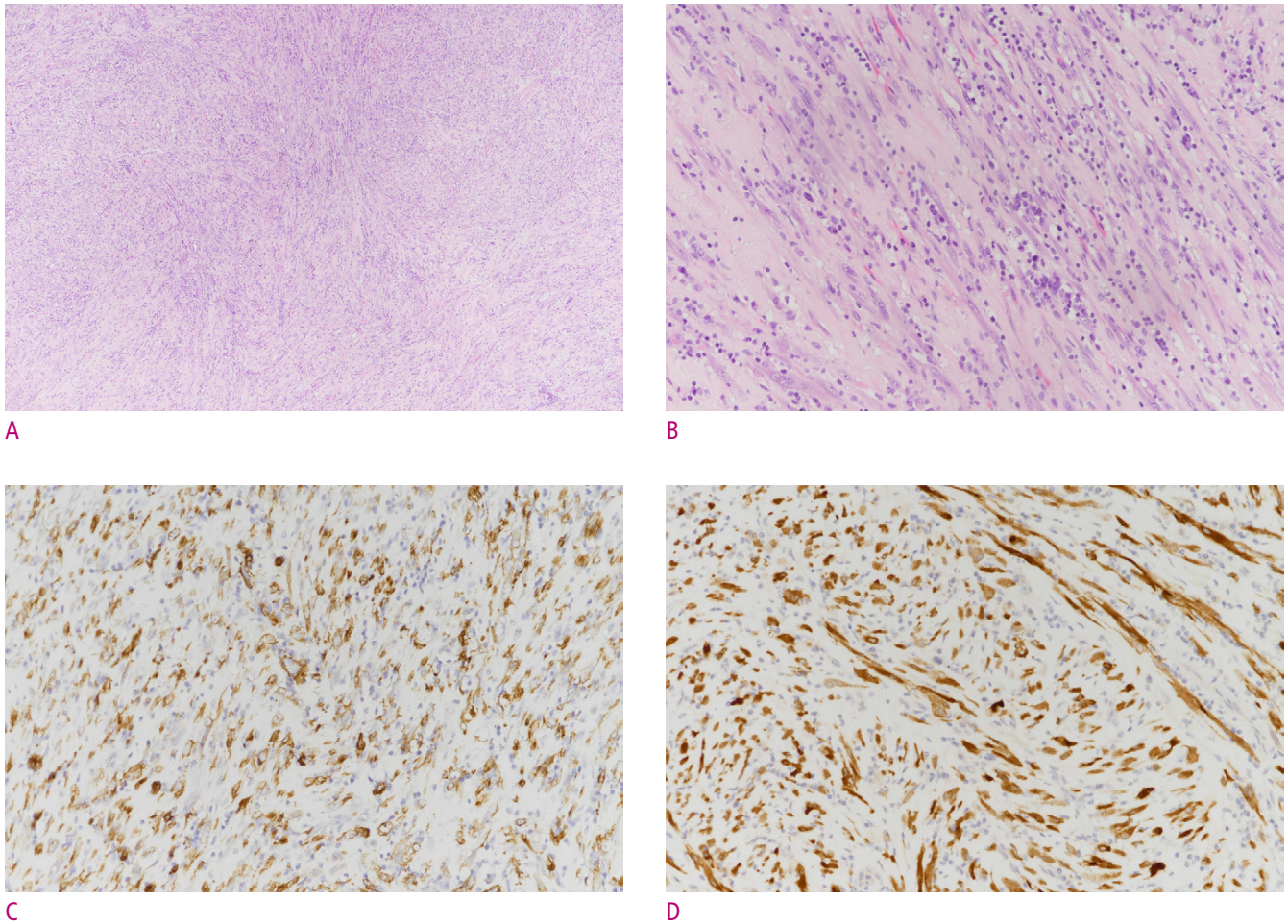


Fig. 4. Histopathological examination. (A) Fascicular arrangement of bland spindle cells intermixed with many inflammatory cells (H&E, x40). (B) Spindle cells show abundant cytoplasm and conspicuous nucleoli, admixed with plasma cells and lymphocytes (H&E, x200). Tumor cells express smooth muscle actin (C) and cytoplasmic expression of anaplastic lymphoma kinase (D) on photomicrograph (x 200).

obstructive jaundice. In our case, the lesion was confined only to the gallbladder without any involvement of the bile duct, and the symptoms were abdominal pain and weight loss.

The radiologic findings of IMTs are nonspecific and can have different radiologic features depending on its location and size (9). CT and MRI are the imaging techniques of choice. In general, in contrast-enhanced CT scans, IMT may manifest as homogeneous or heterogeneous lesion, exhibiting variable enhancement on delayed acquisitions due to the presence of abundant fibrosis. These observations are consistent with those seen on gadolinium contrast-enhanced MRI. IMT typically exhibits low signal intensity on T1-weighted and T2-weighted images, reflecting the presence of fibrotic tissue (9). However, it

can appear as a mass with intermediate signal intensity on T2-weighted images. Most common radiological presentation is a well-defined, irregular, and solid mass. It is important to note that these imaging findings are not specific to IMT, and other type of tumors or inflammatory conditions may have similar radiologic features. Therefore, it is difficult to differentiate from other types of tumors and inflammatory conditions. Most of the reported primary gallbladder IMT showed gallbladder wall thickening with or without invasion of the liver parenchyma on radiologic examinations and were thus initially misdiagnosed as advanced gallbladder cancer or severe cholecystitis (2, 3, 10, 11).

Histological confirmation is usually critical to proper diagnosis of IMT. IMT is composed of fascicles of

bland myofibroblastic cells mixed with a prominent inflammatory infiltrate consisting of lymphocytes, plasma cells, macrophages, and eosinophils. The lack of atypia, hyperchromasia, and abnormal mitotic figures are distinguishing points from malignancy. The spindle cells stain positively for smooth muscle actin and vimentin, but negatively for S100, desmin, CD100, cytokeratin, CD35, and latent membrane protein (2, 12). In the current World Health Organization (WHO) classification, IMTs are classified as tumors of intermediate grade due to a tendency for local recurrence and its small risk for distant metastasis (4, 13). Therefore, it should be followed up even after complete surgical removal.

In conclusion, gallbladder IMT is a rare condition that typically presents with nonspecific clinical and radiologic features, often mimicking a malignant neoplasm. It is imperative for the radiologists to be aware of the existence of IMTs, as early recognition can lead to better treatment options and prognosis, distinguishing it from the more ominous malignant neoplasms that it may resemble.

ORCID: Seo-Youn Choi: <https://orcid.org/0000-0002-2434-8779>;
Susie Chin: <https://orcid.org/0000-0003-2754-1483>

Grant support

This work was supported by Soonchunhyang University Research Fund.

Disclosure statement

The authors report no conflict of interest.

References

1. Sinha L, Hasan A, Singh AK, Bhadani PP, Jha AN, Singh PK, et al. Inflammatory myofibroblastic tumor involving liver, gallbladder, pylorus & duodenum: a rare case presentation. *Int J Surg Case Rep* 2017;31:27-29.
2. Behranwala KA, Straker P, Wan A, Fisher C, Thompson JN. Inflammatory myofibroblastic tumour of the gallbladder. *World J Surg Oncol* 2005;3:24.
3. Ozsan I, Ozsoy M, Sahin E, Ortac R, Aydin U. Inflammatory myofibroblastic tumor of the gallbladder. *Balkan Med J* 2013;30:323-326.
4. Fletcher CD. The evolving classification of soft tissue tumours - an update based on the new 2013 WHO classification. *Histopathology* 2014;64:2-11.
5. Zhu L, Li J, Liu C, Ding W, Lin F, Guo C, et al. Pulmonary inflammatory myofibroblastic tumor versus IgG4-related inflammatory pseudotumor: differential diagnosis based on a case series. *J Thorac Dis* 2017;9:598-609.
6. Siemion K, Reszec-Gielazyn J, Kisluk J, Roszkowiak L, Zak J, Korzynska A. What do we know about inflammatory myofibroblastic tumors? - A systematic review. *Adv Med Sci* 2022;67:129-138.
7. Kim SJ, Kim WS, Cheon JE, Shin SM, Youn BJ, Kim IO, et al. Inflammatory myofibroblastic tumors of the abdomen as mimickers of malignancy: imaging features in nine children. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:1419-1424.
8. Poh CF, Priddy RW, Dahlman DM. Intramandibular inflammatory myofibroblastic tumor--a true neoplasm or reactive lesion? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:460-466.
9. Cantera JE, Alfaro MP, Rafart DC, Zalazar R, Muruzabal MM, Barquin PG, et al. Inflammatory myofibroblastic tumours: a pictorial review. *Insights Imaging* 2015;6:85-96.
10. Yamada T, Hisa T, Shiozawa S, Kudo A, Furukawa R. Inflammatory myofibroblastic tumor of the gallbladder: a case report and literature review. *J Med Ultrason* (2001) 2018;45:175-180.
11. Badea R, Veres AA, Andreica V, Caraiani C, Al-Hajjar N, Sechel R, et al. Inflammatory myofibroblastic tumor of the gallbladder: imaging aspects. *J Med Ultrason* (2001) 2015;42:89-95.
12. Prakash S, Tsui A. Inflammatory pseudotumour of the spleen: a case report. *Pathology* 2005;37:261-263.
13. WHO Classification of Tumours Editorial Board. WHO classification of tumours: Soft tissue and bone tumours, 5th ed. Lyon, FR: International Agency for Research on Cancer, 2020.

담낭암으로 오인된 담낭의 염증성 근섬유모세포 종양: 증례보고

최서연¹, 진수지²

¹순천향대학교 부천병원 영상의학과, ²순천향대학교 부천병원 병리과

초 록

담낭의 원발성 염증성 근섬유모세포 종양은 극히 드문 양성질환이다. 임상 및 영상의학적 소견은 비특이적이며, 흔히 악성종양과 유사한 소견을 보여 오인될 수 있어 감별을 요한다. 본 증례 보고는 69세 여자 환자에서 담낭에 생긴 원발성 염증성 근섬유모세포 종양이 수술전 영상에서 담낭암으로 오인되어 수술을 시행하였던 증례이다.

Korean Translation of the LI-RADS Lexicon 2021

Ijin Joo¹, Sunyoung Lee², Sang Hyun Choi³, Won Chang⁴, Ji Soo Song⁵, Jin Young Park⁶, Jae Seok Bae¹, Dong Hwan Kim⁷, Seungchul Han⁸, Jeong Min Lee¹

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul National College of Medicine, Seoul, Korea

²Department of Radiology, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

³Department of Radiology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

⁴Department of Radiology, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National College of Medicine, Seoul, Korea

⁵Department of Radiology, Chonbuk National University Medical School and Hospital, Jeonju, Korea

⁶Department of Radiology, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

⁷Department of Radiology, Seoul St. Mary's Hospital, Seoul, Korea

⁸Department of Radiology, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

Acknowledgement

This article is a republication of the original paper published in English in American College of Radiology Committee on LI-RADS[®] LI-RADS Lexicon (terms and definitions), LI-RADS Lexicon as of June 2021 (<https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/>

LIRADSLexicon-Table.pdf), translated into Korean without any modification or commercial purpose.

Funding

This project was supported by the Korean Society of Abdominal Radiology.

Received: June 12, 2023 Revised: June 19, 2023 Accepted: June 19, 2023

Correspondence: Ijin Joo, MD, PhD

Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Korea

Tel: +82-2-2072-3107 Fax: +82-2-743-6385 E-mail: hijijin@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.



용어	용어 - 한글번역	정의 (2021)	사용 맥락	적용 가능한 영상 장비	설명	LI-RADS 관련 추가 설명	유의어	용어 분류 (LI-RADS 에서의 사용)
Arterial phase hyperenhancement (APHE)	동맥기 과조영증강	동맥기에서 간질질보다 더 조영증강되어 간질질보다 더 밝게 보임.	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ MRI에서 동맥기 과조영증강을 평가하려면 조영전 시기 및 동맥기 영상이 필요함.</p> <p>▶ CT에서는 이전 치료력이 없다면 보통은 조영전 시기 영상 없이도 동맥기 과조영증강 평가가 가능함. 지못하지 않은 소견은 조영전 CT에서 고음영인 경우가 거의 없기 때문임.</p> <p>▶ 조영증강 초음파에서 동맥기 과조영증강의 평가를 위해서는 동맥기 동안 연속적인 영상 획득이 필요함.</p> <p>▶ 동맥기 과조영증강은 소견의 전체 혹은 일부에서 보일 수 있음. 소견 내에 부분적으로라도 동맥기 과조영증강을 보인다면, 동맥기 과조영증강이 있는 것으로 평가함.</p> <p>▶ 조영전 시기 영상에서 저음영이었다가 동맥기에서 등음영으로 보이는 경우는 동맥기 과조영증강으로 평가하지 않음.</p> <p>▶ CT와 MRI에서 동맥기 과조영증강은 두 가지 주요 하위유형이 있음: - 테두리 동맥기 과조영증강 - 테두리 아닌 동맥기 과조영증강</p> <p>▶ 조영증강 초음파에서 동맥기 과조영증강은 네 가지 주요 하위유형이 있음: - 테두리 동맥기 과조영증강 - 테두리 아닌 동맥기 과조영증강 - 바퀴살 모양 원심성 동맥기 과조영증강 - 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강</p> <p>* 바퀴살 모양, 원심성 동맥기 과조영증강은 국소 결절성 과조영증강을 시사하는 영상 소견이나 진단적 영상 소견은 아님.</p> <p>* 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강은 혈관종의 진단적 영상 소견임. - 주의: 주변부 비연속적 결절성 조영증강은 조영증강 초음파 뿐 아니라 CT나 MRI에서도 평가할 수 있으며, 일시적 조영증강 패턴임. 이는 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강과는 달리 동맥기 과조영증강의 하위유형으로 간주되지 않음. 왜냐하면 이를 평가하기 위해서는 적어도 하나의 동맥기 이후 시기 영상이 필요하며, 동맥기 영상을 얻지 않은 경우에도 평가 가능함</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에서 동맥기 과조영증강의 주요 하위유형은 다음과 같이 분류됨: - 테두리 동맥기 과조영증강: LR-M 영상 소견 중 하나임. - 테두리 아닌 동맥기 과조영증강: 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 동맥기 과조영증강과 그 하위유형에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ LI-RADS 조영증강 초음파 진단 알고리즘에서 동맥기 과조영증강의 주요 하위유형은 다음과 같이 분류됨: - 테두리 동맥기 과조영증강: LR-M 영상 소견 중 하나임. - 테두리 아닌 동맥기 과조영증강: 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. - 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강: 혈관종의 진단적 영상 소견임.</p>	Arterial hypervascularity in arterial phase, increased contrast enhancement in hepatic arterial phase, increased contrast enhancement in late hepatic arterial phase, hypervascularity, high attenuation area in arterial phase, contrast uptake in arterial phase, wash in	영상 소견

Arterial phase (AP)	동맥기	조영후 시기 중 하나로 간동맥과 그 분지가 완전히 조영증강되며 간정맥이 선행성 혈류에 의해 간질될 보다 더 조영증강 되지는 않는 시기	광범위	CT, MRI, CEUS	▶ 조영증강 초음파에서 동맥기는 조영제 주입 후 보통 10-15 초에 시작해서 10-20 초간 지속됨. ▶ CT 나 MRI 에서 동맥기는 시간적으로 두 가지 하위유형이 있음: - 이른 동맥기: 문맥이 조영증강 되지 않거나 간실질 보다는 덜 조영증강 된 시기 - 늦은 동맥기: 문맥이 간실질 보다 더 조영증강 된 시기	소견이기 때문임. 자세한 내용은 주변부 비연속적 결절성 조영증강을 보십시오.	▶ 이른 동맥기 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LI-RADS/Chapter-12-Technique.pdf 를 보십시오.	Early phase, angiographic phase	영상 시기
Blood pool agents (BPAs)	혈관내 조영제	정맥 주입 후 주로 혈관내 공간에 분포하는 조영제	광범위	MRI, CEUS	▶ 혈관내 조영제 는 혈관의 공간에는 거의 또는 전혀 분포하지 않고 혈액에 남아 있음. ▶ 주로 조영증강 초음파에 사용되는 미세기포 조영제에 해당됨. 또한 gadofosveset trisodium 및 ferumoxytol 등의 혈관 제류 시간이 긴 철 기반 또는 단백질 결합 가돌리늄 기반 MR 조영제도 이에 해당됨. 이러한 MR 조영제 중 어느 것도 미국에서 간 영상 목적으로 승인되지 않았음.	▶ 혈관내 조영제 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.	Intravascular contrast agents	조영제의 종류	
Blood products in mass	종괴 내 출혈 성분	생김, 외상, 또는 종재 시술 없이 발생한 종괴 내 출혈 성분	LI-RADS	CT, MRI	▶ 출혈 성분 은 - 조영증강되지 않음. - 일반적으로 불균질함. - 종종 무정형이거나 지도 모양임. - 시기에 따라 영상 소견이 다를 수 있음. ▶ CT 에서: - 급성기 및 아급성기: 간실질에 비해 고음영 - 만성기: 간실질과 비교하여 등음영 혹은 저음영 ▶ MRI 에서: - 급성기 (수시간-수일): T1 저 혹은 동신호강도, T2 저신호강도 - 아급성기 (수일-수개월): T1 고신호강도, 다양한 T2 신호강도 - 만성기 (수개월-수년): T1 저신호강도, T2 저신호강도 * 아급성기 혹은 만성기 출혈 성분의 경우, 이중경사예코 시퀀스의 두 번째 예코에서 신호 소실이 있거나 R2* 지도에서 높은 R2* 값 또는 T2* 지도에서 낮은 T2* 값을 보일 수 있음. ▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면 종괴 내 출혈 성분 은: - 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 생김, 외상 또는 종재 시술한 경력이 있다면 악성을 시사하는 보조적 영상 소견으로 적용하면 안됨. - 출혈성 낭종과 같은 비교영상 범법에는 악성을 시사하는 보조적	Hematoma, hemorrhage, methemoglobin, hemosiderin	간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견		

Capsule	피막	CT 혹은 MRI 에서 소견 불레이 대부분 또는 전체가 매끈하고 균일하며 명확한 경계로 보임.	LI-RADS	CT, MRI		영상 소견으로 적용하면 안됨. ▶ 종괴 내 층층 성분 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오. ▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 피막 에는 두 가지 하위유형이 있음. - 조영증강되는 피막: 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. - 조영증강되지 않는 피막: 간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. ▶ 피막 이 조영증강 된다면, 조영증강은 동맥기 이후 시기 에서 가장 뚜렷해야 함. ▶ 피막 이 조영증강되는 테두리와 조영증강되지 않는 테두리로 모두 보이는 경우, 조영증강되지 않는 피막 이 아닌 조영증강되는 피막 으로 평가해야 함. ▶ 간실질이 결절들과 섬유화로 구성되어 보일 경우, 피막 은 배경 결절을 주위의 섬유성 조직보다 더 두껍거나 더 뚜렷해야 함. ▶ 영상 소견으로서의 피막 은 영상에서 피막으로 보이는 것을 의미하며, 병리학적으로는 간성 종양 피막 또는 간성 피막 모두 가능함. 따라서, 영상에서의 피막 이 병리학적으로 반드시 간성 피막이 있음을 의미하지는 않음. 영상에서 보이는 피막 은 병리학적으로 간성 종양 피막 또는 간성 피막 모두에 해당할 수 있음. 간성 피막과 간성 피막의 구별은 병리 검사로만 가능함. ▶ 피막 과 그 하위유형에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Capsule appearance, pseudocapsule, tumor capsule, tumor pseudocapsule, fibrous pseudocapsule	영상 소견
Continuous imaging	연속적 영상	일시종지 또는 중단 없이 영상을 획득함.	광범위	CEUS, US	▶ 조음파 또는 조영증강 초음파에서 일반적으로 초당 10-20 프레임으로 획득함 ▶ CT 와 MRI 도 일시종지 또는 중단 없이 영상을 획득할 수 있지만 일반적으로 시행되지 않음. ▶ 일반적으로 소엽상이며 두께는 다양할 수 있음. ▶ 코로나 조영증강 은 동맥화된 중앙으로부터 정맥 유출을 나타내는 것으로 생각됨.	기술적 용어		
Corona enhancement	코로나 조영증강	빛은 동맥기 혹은 이른 문맥기에서 보이는 병변 주변 조영증강. 병변 전체 혹은 일부를 연속적으로 둘러싸는 형태로 보임.	광범위	CT, MRI	▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 코로나 조영증강 은 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. ▶ 코로나 조영증강 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는, 보조적 영상 소견		

Delayed central enhancement	지연기 중심부 조영증강	동맥기 이후 시기에서 소견의 인접 부분이 주변부보다 더 조영증강되는 패턴	광범위	CT, MRI	<p>▶ 지연기 중심부 조영증강은 괴벽 모양의 하위유형.</p> <p>▶ 소견에서 지연기 조영증강을 보이는 영역이 중심부 또는 편심부에 위치하거나 불균질하게 있으나 주변부는 아님.</p> <p>▶ 중심부라는 표현은 소견의 내부를 의미하며 문자 그대로 소견의 기하학적 중심을 의미하지는 않음.</p> <p>▶ 지연기 중심부 조영증강은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지연기 조영증강을 보이는 중심부 반흔에는 적용하지 않음. - 다른 영상 소견으로 혈관종으로 자신있게 진단할 수 있는 경우에는 적용하지 않음. 	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 지연기 중심부 조영증강은 LR-M 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 지연기 중심부 조영증강에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Sustained central enhancement, concentric progressive enhancement, centripetal progressive enhancement	LR-M 영상 소견
Delayed phase (DP)	지연기	세포외 조영제 주입 최소 2분 이후의 동맥기 이후로 문맥 및 간정맥이 간질질보다 더 조영증강되는 시기	광범위	CT, MRI with ECA, MRI with gadobenate dimeglumine	<p>▶ 일반적으로 지연기는 세포외 조영제 혹은 gadobenate 주입 후 2분에서 5분 후에 얻음.</p> <p>▶ 지연기는 gadobenate 를 사용한 MRI 에는 적용하지 않음. gadobenate 주입 후 2분에서 5분 후에 얻은 영상은 이행기로 부름.</p> <p>▶ 문맥기와 지연기는 비슷하게 보임. 이들은 다음과 같이 구분할 수 있음:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조영제 주입 후 시간 - 두 시기 영상을 모두 얻은 경우: 일반적으로 간질질, 문맥, 간정맥이 문맥기보다 지연기에서 덜 조영증강됨. 	<p>▶ 지연기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf 를 보십시오.</p>	Interstitial phase, equilibrium phase, late dynamic phase, late venous phase	영상 시기
Diffusion restriction	확산제한	확산강조영상에서 간보다 높은 신호강도를 보이며, 고신호강도가 T2 비침 현상으로 인한 것이 아님.	광범위	MRI	<p>▶ 적어도 중등도 확산강조(400 s/mm² 이상의 b 값)로 획득한 확산강조영상에서 평가해야 함.</p> <p>▶ 적절한 ADC 지도를 얻었거나 확산강조 원본 영상으로부터 ADC 를 계산하면, ADC 가 간보다 낮거나 비슷함.</p> <p>▶ T2 비침 현상은 T2 강조영상에서 중등도 혹은 높은 신호강도를 보이는 소견들에서 관찰될 수 있음. 감별점:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 확산제한: ADC (계산된 값 혹은 ADC 지도 기반)가 간보다 낮거나 비슷함. - T2 비침 현상: 간보다 높은 ADC (계산된 값 혹은 ADC 지도 기반)를 보임. 	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 확산제한은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정도가 현저하다면, 비괴벽 모양 LR-M 영상 소견 중 하나임. - 괴벽 모양이라면, 괴벽 모양 LR-M 영상 소견 중 하나임. - 그 외의 경우는 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견에 해당함. <p>▶ 확산제한에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Impeded diffusion, diffusion restriction, high DWI signal	영상 소견, 간세포암종 특이적이지 않은, 일반적으로 악성, 시사하는, 보조적 영상 소견
Early arterial phase (AP)	이른 동맥기	CT 나 MRI 에서 동맥기의 하위유형이며 문맥이 조영증강되지 않거나 간질질보다는 덜 조영증강되는 시기	광범위	CT, MRI	<p>▶ 이른 동맥기는:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문맥의 일부 조영증강이 있을 수 있음. 그러나, 문맥이 간질질보다 더 조영증강 된다면 이른 동맥기에 해당되지 않음. - 선행성 혈류에 의한 간정맥 조영증강이 없어야 함. 만약 재방향 혈류에 의한 간정맥 조영증강이 있다면 이른 동맥기에 해당되지 않음. 	<p>▶ 이른 동맥기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Early phase, angiographic phase	영상 시기

Early washout	이른 씻김	조영증강 조영파에서 씻김의 하위유형이며, 조영제 주입 후 일찍(60 초 이내) 씻김이 시작되는 것	광범위	CEUS	<p>▶ 이른 씻김은 대개 정도가 현저함.</p> <p>▶ 이른 씻김은 대개 60 초 보다 일찍 나타나며, 늦은 씻김은 더 늦게 나타남.</p>	<p>▶ LI-RADS 조영증강 조영파 알고리즘에 따르면, 이른 씻김의 시작은 조영제 주입 후 60 초 이전이어야 함. 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.</p>	LR-M 영상 소견
Enhancing capsule	조영증강되는 피막	피막의 하위유형이며, 문맥기, 지연기나 이행기에서 조영증강되는 테두리로 보임.	LI-RADS	CT, MRI	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 알고리즘에 따르면, 조영증강되는 피막은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 피막의 하위유형 두 가지 중 하나임. - 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. <p>▶ 피막의 조영증강은 동맥기 이후 시기에 가장 뚜렷해야 함.</p> <p>▶ 동맥기 이후 시기에 비해 동맥기에 더 조영증강되는 테두리가 있는 경우는 조영증강되는 피막이 아닌 테두리 문맥기과 조영증강으로 평가해야 함.</p> <p>▶ 간담도기에서만 조영증강되는 테두리로 보이는 경계는 조영증강되는 피막으로 평가하면 안됨.</p> <p>▶ 조영증강되는 피막에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LI-RADS/Chapter-16-Imaging-Features.pdf 를 보십시오.</p>	<p>Capsule, tumor capsule, pseudocapsule, fibrous capsule, capsular enhancement, delayed enhancing rim</p>	간세포암종의 주 영상 소견
Enhancing soft tissue in vein	조영증강되는 정맥 내 연부조직	정맥 내에 조영증강되는 연부조직이 있음. 간실질 종괴 유무와는 무관함.	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 소아 간종양 영상에서 혈관 침범에 대한 용어는 PRETEXT (https://www.pedrad.org/Portals/5/Subspecialties/Abdominal%20imaging/PRETEXT%202017.pdf)를 보십시오.</p>	None	정맥 내 종양 영상 소견
Extracellular agents (ECAs)	세포외 조영제	정맥 주입 후 주로 세포외 공간에 분포하는 조영제	광범위	CT, MRI	<p>▶ FDA 승인된 MRI 세포외 조영제 예시(2021년 2월 기준, 전체 목록은 아님): gadopentetate dimeglumine, gadoteridol, gadodiamide, gadoversetamide, gadobutrol, gadoterate meglumine</p>	<p>▶ 세포외 조영제에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LI-RADS/Chapter-12-Technique.pdf 를 보십시오.</p>	조영제의 종류
Fade	조영증강 희미해짐	간실질에 비해 조영증강이 감소하는 것으로 더 이른 시기의 과조영증강에서 나중 시기의 등조영증강이나 미약한 과조영증강으로 변하는 것.	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 적어도 두 개의 조영증강 시기(예, 동맥기와 하나 이상의 동맥기 이후 시기)가 획득되어 시간의 경과에 따라 조영증강의 강도를 평가 가능한 경우에만 조영증강 희미해짐을 평가할 수 있음.</p> <p>▶ 하나의 조영후 시기만 있다면 조영증강 희미해짐을 평가할 수 없음.</p> <p>▶ 동맥기 이후 어떤 시기에서라도 간실질에 비해 저조영증강 된다면 조영증강 희미해짐으로 평가하지 않음.</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 소견의 어느 부분이라도 씻김을 보인다면, 비록 소견의 그 외 부분 혹은 대부분이 조영증강 희미해짐을 보이더라도, 씻김이 있는 것으로 평가함.</p> <p>▶ 조영증강 희미해짐에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LI-RADS/Chapter-16-Imaging-Features.pdf 를 보십시오.</p>	영상 소견

Fat in mass, more than adjacent liver	주변 간보다 많은 종괴 내 지방	다음 패턴 중 하나일 수 있음: - 과조영증강 (동맥기) → 동조영증강/미약한 과조영증강 (모든 나중 시기) - 과조영증강 (문맥기) → 동조영증강/미약한 과조영증강 (모든 나중 시기)	광범위	CT, MRI	▶ 관심영역이 간실질에 비해 덜 조영증강 된다는 점에서 조영증강 최대해침과 썬킴 이 비슷하지만 두 용어는 동일하지 않음. 구체적인 비교는 썬킴을 보십시오. ▶ 영상 기법에 따라 아래와 같은 영상 소견을 보임: ▶ CT의 경우: - 종괴 전체나 부분이 -10 HU 보다 더 낮은 값 거짐. 혹은 - 비조영증강 CT가 있고 지방간이 있는 경우, 비조영증강 CT에서 종괴가 간보다 낮은 감쇠를 보임. ▶ MRI의 경우: 종괴 전체나 부분이 간과 비교하여 다음 중 하나 이상을 보임: - 동위상과 비교하여 역위상에서 더 많은 신호 감소 - 지방-유일 영상에서 더 높은 지방 신호 - 지방 분율 지도에서 더 높은 지방 분율 - 지방악제 하지 않은 영상과 비교하여 지방악제 영상(비숫하거나 같은 weighting)에서 더 많은 신호 감소 * 역위상이 동위상 보다 예코 시간이 더 긴 경우에는 이 영상 소견 적용 시 주의가 필요함. 이 경우 더 긴 예코 시간에서의 신호 감소는 질 성분 혹은 지방을 의미할 수 있음.	▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 주변 간보다 많은 종괴 내 지방은 간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. ▶ 주변 간보다 많은 종괴 내 지방에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Steatotic nodule, intralesional fat, fatty lesion, fat deposition, fatty metamorphosis, and intralesional fatty metaplasia	간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견
Fat sparing in solid mass	고형 종괴 내 지방 결핍	지방간에서 간에 비해 고형 종괴 내 지방이 더 적음.	광범위	CT, MRI	▶ 영상 기준: -소견이 고형 종괴 임. 그리고 - 지방간이 있음. 그리고 - 영상 기법에 따라 아래와 같은 영상 소견을 보임: ▶ CT의 경우: 비조영증강 CT에서 종괴가 간보다 높은 감쇠를 보임. ▶ MRI의 경우: 종괴가 간과 비교하여 다음 중 하나 이상을 보임: - 동위상과 비교하여 역위상에서 더 적은 신호 감소 - 지방-유일 영상에서 더 낮은 지방 신호 - 지방 분율 지도에서 더 낮은 지방 분율	▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, - 고형 종괴 내 지방 결핍은 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 낭종이나 쥘관종 등의 비고형성 병변에서는 지방 결핍을 악성을 시사하는 보조적 영상 소견으로 적용하지 않음. ▶ 고형 종괴 내 지방 결핍에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Lesional fat sparing	간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견

Growth	성장	영상 기법의 차이, 허상, 측정 오류나 검사 사이 출력만으로는 설명할 수 없는 종괴의 확실한 크기 증가	광범위	CT, MRI, CEUS, US	<p>- 지방악제 하지 않은 영상과 비교하여 지방악제 영상(비슷하거나 같은 weighting)에서 더 적은 신호 감소</p> <p>▶ 가능하면 연속적인 검사의 같은 시기/시퀀스/평면에서 측정할 것</p> <p>▶ 크기의 증가가 영상 기법의 차이, 허상, 측정 오류, 검사 사이 출력으로 설명된다면, 성장으로 평가하지 않음.</p> <p>▶ 성장을 평가하는 기준으로써, 크기 변화의 절대치 혹은 백분율에 대한 정치는 근거는 불충분한 상태임. 사용자는 자신의 판단을 사용해야 함.</p>	<p>▶ 모든 LI-RADS 진단 알고리즘들에서, 성장 유무가 불확실한 경우:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 성장으로 판단하지 않음. - 크기 안정성으로 판단하지 않음. <p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 성장은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 오직 종괴에만 적용할 측, 관류 변화 등의 가성병변이나 국소 지방 침착 등의 비종괴성 병변에 적용하지 않음. - 기간 성장을 정량화하기에 충분한 품질과 적절한 기법의 이전 CT 나 MRI 검사가 있는 경우에만 평가해야 함. - 이전 조음파 혹은 조영증강 조음파 검사와 비교하여 평가하면 안됨. - 두 가지 하위유형이 있음. <ul style="list-style-type: none"> - 역시 이상 성장: 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. - 역시 이하 성장: 간세포암종 특이적이지 않은 일반적 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. <p>▶ 성장과 그 하위유형에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ LI-RADS 조영증강 조음파 진단 알고리즘에 따르면, 성장은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 간세포암종 특이적이지 않은 일반적 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 이전 CT 혹은 MRI와 비교하여 평가하면 안됨. - LI-RADS 조영증강 조음파 알고리즘에서는 성장을 하위유형으로 분류하지 않음. 	Interval growth, progression, size increase, diameter increase	영상 소견
Hepatobiliary agents (HBAs)	간담도 조영제	충분한 간담도계 섭취 및 배설을 보여 간담도기 영상을 가능하게 하는 조영제	광범위	MRI	<p>▶ gadoxetate 와 gadobenate 가 해당됨.</p>	<p>▶ 간담도 조영제에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf 및 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-13-HBA.pdf 를 보십시오.</p>	Hepatocellular agents, biphasic agents	조영제의 종류
Hepatobiliary phase (HBP)	간담도기	간담도 조영제를 사용하여 얻은 조영후 시기포 간실질이 간 혈관보다 고신호강도로 보이는 시기	광범위	MRI with gadoxetate or gadobenate	<p>▶ 간담도기는 일반적으로 gadoxetate 를 주입하고 약 20 분 후에 얻음.</p> <p>▶ gadobenate 를 사용할 경우 간담도기는 조영제 주입 1-3 시간 후에 획득함.</p> <p>▶ 조영제의 담도 배설은 있을 수도 있고 없을 수도 있음.</p>	<p>▶ 간담도기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf 및 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-13-HBA.pdf 를 보십시오.</p>	Hepatocellular phase	영상 시기

Hepatobiliary phase (HBP) hypointensity	간담도기 저신호강도	간담도기에서의 신호강도가 간보다 낮음.	광범위	MRI with gadopentate or gadobenate	<p>▶ 간담도기 저신호강도는 빗깍으로 간주되지 않음.</p> <p>▶ 기능이 있는 간 실질 부위와 비교할 것 (즉, 혈관이나 조영제 섭취가 없는 간 부위와 비교하지 말 것)</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면,</p> <p>- 간담도기 저신호강도는 소견의 전체 혹은 일부에서 보일 수 있음. 소견 내에 부분적으로만 간담도기 저신호강도가 있다면, 간담도기 저신호강도가 있는 것으로 평가함.</p> <p>- 간담도기 저신호강도는 과녁 모양이 아니라면, 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임.</p> <p>- 과녁 모양 간담도기 저신호강도는 간담도기 저신호강도의 하위유형이며, 과녁 모양 LR-M 소견 중 하나이고, 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견은 아님.</p> <p>▶ 간담도기 저신호강도에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Hepatobiliary phase hypointensity, hepatobiliary phase "defect"	간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견
Hepatobiliary phase (HBP) isointensity	간담도기 동신호강도	간담도기에 간과 동일하거나 거의 동일한 균일한 신호강도를 보임.	광범위	MRI with gadopentate or gadobenate	<p>▶ 간담도기 동신호강도는 간담도기에서 균질하게 보이는 소견에만 적용함.</p> <p>▶ 기능이 있는 간 실질 부위와 비교할 것 (즉, 혈관이나 조영제 섭취가 없는 간 부위와 비교하지 말 것)</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 간담도기 동신호강도는</p> <p>- 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임.</p> <p>- 간담도기에서 간의 조영증강이 최적이 아닌 경우에는 양성을 시사하는 보조적 영상 소견으로 적용하면 안됨.</p> <p>▶ 간담도기 동신호강도에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	HBP isointensity, HBP	양성을 시사하는 보조적 영상 소견
Hyperechoic	고에코	기준 조직, 장기, 또는 구조물보다 높은 에코를 보임.	광범위	CEUS, US		<p>▶ LI-RADS 초음파와 조영증강 조음파 알고리즘에서 이 용어는 배경 간 실질과 비교해야 하는 소견들에 적용됨.</p> <p>▶ 고에코에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-US-Algorithm-Portrait-2017.pdf 를 보십시오.</p>	Echogenic	일반 용어
Hypoechoic	저에코	기준 조직, 장기, 또는 구조물보다 낮은 에코를 보임.	광범위	CEUS, US		<p>▶ LI-RADS 초음파와 조영증강 조음파 알고리즘에서 이 용어는 배경 간 실질과 비교해야 하는 소견들에 적용됨.</p> <p>▶ 저에코에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-US-Algorithm-Portrait-2017.pdf 를 보십시오.</p>		일반 용어
Imaging phase	영상 시기	조영제 정맥 주입 후 간 실질, 혈관, 그리고 일부 조영제의 경우 담관에 특징적인 조영증강 변화가 나타나는 시간 범위	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 조영제 주입 후의 시간은 간소함 및 임상적 활용성을 고려하여 개별 시기들로 나뉨.</p> <p>▶ 간 영상에 포함되는 시기의 예시:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동맥기 - 문맥기 - 지연기 - 후기 조영기 - 이행기 - 간담도기 	<p>▶ 영상 시기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf 를 보십시오.</p>		일반 용어

						<p>* 이행기와 간담도기는 간담도 조영제에만 있음.</p> <p>* 지연기는 세포외 조영제에만 있음.</p> <p>* 후기 조영기는 조영증강 초음파에 사용되는 것과 같은 혈관내 조영제에만 있음.</p> <p>* 동맥기 이후 시기는 동맥기 이후의 모든 시기를 통칭하는 일반적인 용어임.</p> <p>▶ 다양한 시기 사이의 이행은 점진적으로 이루어지며, 이행 시점들은 환자 및 기술적 요인들에 따라 달라짐.</p> <p>▶ 한 시기에서 그 다음 시기로 넘어가는 사이에 영상이 획득될 수 있으며, 이 경우 인접한 두 시기의 영상 특징이 겹쳐서 보일 수 있음.</p>	기술적 용어	
Intermittent imaging	간헐적 영상	일련의 짧은 조영증강 초음파 영상을 얻는 기법으로, 수 초짜리 동영상을 30 초에서 60 초 간격을 두고 반복적으로 얻되 그 사이에는 영상을 얻지 않는 것.	광범위	CEUS				
Iron in mass, more than liver	주변 간보다 많은 종괴 내 철	주변 간보다 종괴 내 철 성분이 많음.	광범위	CT, MRI	<p>▶ 영상 기준 (MRI):</p> <ul style="list-style-type: none">- 소견이 종괴임. <p>그리고</p> <ul style="list-style-type: none">- 종괴가 철을 포함함. 즉, 종괴가 다음 중 하나 이상을 만족함:<ul style="list-style-type: none">- 이중경사एको 시퀀스에서 첫 번째 에코(짧은 TE)에 비해 두 번째 에코(긴 TE)에서 더 낮은 신호강도를 보임.- T2 강조영상에서 비정상적으로 낮은 신호강도- R2* 지도(원은 경우)에서 비정상적으로 높은 R2* 값- T2* 지도(원은 경우)에서 비정상적으로 낮은 T2* 값 <p>그리고</p> <ul style="list-style-type: none">- 종괴와 비교하여 간이 더 적은 철을 가짐. 즉, 간이 다음 중 하나 이상을 만족함:<ul style="list-style-type: none">- 이중 경사자장 에코 시퀀스에서 첫 번째 에코(짧은 에코 시간)에 비해 두 번째 에코(긴 에코 시간)에서 신호 소실이 종괴에 비해 적음.- T2 강조영상에서 종괴보다 더 높은 신호강도- R2* 지도(원은 경우)에서 종괴보다 더 낮은 R2* 값- T2* 지도(원은 경우)에서 종괴보다 더 높은 T2* 값 <p>* 역위상이 동위상 보다 에코 시간이 더 긴 경우에는 이 영상 소견</p>	Siderotic nodule	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 주변 간보다 많은 종괴 내 철은 영상을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 주변 간보다 많은 종괴 내 철에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	영상을 시사하는 보조적 영상 소견

Iron sparing in solid mass	고형 종괴 내 철 결핍	철 과부하된 간에 비해 고형 종괴 내 철 결핍	광범위	MRI	적용 시 주의가 필요함. 이 경우 더 긴 echo 시간에서의 신호 감소는 철 성분 혹은 지방을 의미할 수 있음.	▶ 영상 기준 (MRI): - 소견이 종괴임. 그리고 - 간에 철이 과부하됨. 간내 철 과부하를 시사하는 소견들은 다음과 같음: - 이중 경사자장 echo 시퀀스에서 첫 번째 echo(짧은 echo 시간)에 비해 두 번째 echo(긴 echo 시간)에서 더 낮은 신호강도를 보임. - T2 강조영상에서 비정상적으로 낮은 신호강도 - R2* 지도(왼은 경우)에서 비정상적으로 높은 R2* 값 - T2* 지도(왼은 경우)에서 비정상적으로 낮은 T2* 값 그리고 - 간과 비교하여 종괴가 더 적은 철을 가짐. 즉, 종괴가 다음 중 하나 이상을 만족함: - 이중 경사자장 echo 시퀀스에서 첫 번째 echo(짧은 echo 시간)에 비해 두 번째 echo(긴 echo 시간)에서 신호 소실이 간에 비해 더 적음. - T2 강조영상에서 간보다 더 높은 신호강도 - R2* 지도(왼은 경우)에서 간보다 더 낮은 R2* 값 - T2* 지도(왼은 경우)에서 간보다 더 높은 T2* 값 * 이 영상 소견은 조영파 또는 CT에서는 정확하게 평가하기 어려움.	Lesional iron sparing, lesional iron resistance	▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, - 고형 종괴 내 철 결핍은 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 낭종이나 혈관종과 같은 비고형성 병변에서는 철 결핍을 악성을 시사하는 보조적 영상 소견으로 적용하면 안됨. ▶ 고형 종괴 내 철 결핍에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	간세포암종 특이적이지 않은 일반적인 영상 소견을 시사하는 보조적 영상 조건
Isoechoic	동예코	기준 조직, 장기, 또는 구조물과 동일한 echo를 보이는 경우	광범위	CEUS, US		▶ LI-RADS 초음파와 조영증강 초음파 알고리즘에서 이 용어는 배경 간실질과 비교해야하는 소견들에 적용됨. ▶ 동예코에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-US-Algorithm-Portrait-2017.pdf 를 보십시오.		일반 용어	
Late arterial phase (AP)	늦은 동맥기	CT 또는 MRI에서 동맥기의 하위유형이며 문맥이 간실질보다 더 조영증강되는 시기	광범위	CT, MRI	▶ 늦은 동맥기에: - 문맥의 조영은 균질하거나 균질하지 않을 수 있음. - 선행성 혈류에 의해 간정맥의 회미한 조영증강이 있을 수 있음. 그러나 선행성 혈류에 의해 간정맥이 간실질보다 더 조영증강된다면 늦은 동맥기는 지나간것임.	▶ 늦은 동맥기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-12-Technique.pdf 를 보십시오.	영상 시기		
Late phase (LP)	후기 조영기	조영증강 초음파에서 동맥기 이후 시기 중 하나로, 문맥기 이후 획득하며, 문맥과 간정맥이	광범위	CEUS	▶ 후기 조영기는 문맥기 종료 시점부터 약 4-6 분까지 혈액 순환에서 미세기포가 제거될 때 까지 지속됨. ▶ 간실질은 조영증강되나 보통 문맥기보다는 덜 조영됨.	▶ 후기 조영기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-CEUS/LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.	영상 시기		

Late washout	늦은 씻김	조영증강이나 문맥기보다는 덜 조영증강되는 시기	광범위	CEUS			▶ LI-RADS 조영증강 조음파 진단 알고리즘에서 늦은 씻김의 시작은 조영제 주입 후 60 초 혹은 그 이후여야 함. 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS/LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.	간세포암종의 주 영상 소견
Lesion	병변	병적 이상을 나타내는 소견	광범위	CT, MRI, CEUS, US	▶ 종괴 또는 종괴형태가 아닌 병변일 수 있음. ▶ 종괴의 예시는 종괴 를 보십시오. ▶ 종괴형태가 아닌 병변의 예시: - 종괴형태가 아닌 지방 침착 또는 결립 - 종괴형태가 아닌 철 침착 또는 결립 ▶ 병변 은 소견과 호환해서 사용하면 안됨. 병변 은 소견의 한 유형임. 모든 병변은 소견이지만, 모든 소견이 병변은 아님. 만약 소견이 병적 이상(즉, 진성병변)을 나타내는지 불확실하다면, 소견이 병변 보다 선호되는 용어임.		▶ 병변 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.	FLL, focal liver lesion 일반 용어
LI-RADS ancillary feature	LI-RADS 보조적 영상 소견	LI-RADS에서 범주를 조정하거나, 진단 높이거나, 혹은 다른 시퀀스에서 발견하기 어려운 소견을 감지하는데 사용되는 영상 소견	LI-RADS	CT, MRI, CEUS			▶ 보조적 영상 소견 은 다음과 같이 나뉨: - 악성을 시사하는 소견 - 양성을 시사하는 소견 ▶ 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 은 다음과 같이 나뉨: - 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 소견 - 간세포암종을 시사하는 소견 ▶ 보조적 영상 소견 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	
LI-RADS feature of TIV	정맥 내 종양(TIV)의 LI-RADS 영상 소견	LI-RADS에서 LR-TIV (정맥 내 종양) 범주를 할당하거나 시사하는데 사용하는 영상 소견	LI-RADS	CT, MRI, CEUS			▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 정맥 내 종양의 영상 소견 에는 두 가지 유형이 있음: - 정맥 내 종양에 진단적인 영상 소견 - 정맥 내 종양을 시사하는 영상 소견 ▶ 정맥 내 종양 에 진단적인 영상 소견: - LI-RADS에서 정맥 내 종양에 진단적인 영상 소견은 조영증강되는 정맥 내 연부조직 한 가지임. - 이 영상 소견은 정맥 내 종양의 존재를 확립하고 소견을 LR-TIV로 분류하는데 필수적이며 충분함. 조영증강되는 정맥 내 연부조직 을 동반한 소견은 다른 영상 소견의 유무나 간질질 종괴	

					<p>유무와 무관하게 LR-TIV로 분류해야 함.</p> <p>▶ 정맥 내 종양을 시사하는 영상 소견:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LI-RADS에 따르면, 정맥 내 종양을 시사하는 네 가지 영상 소견이 있음: <ul style="list-style-type: none"> - 막힌 정맥 벽의 경계가 불명확함. - 막힌 정맥 내 확산제한이 있음. - 악성 간실질 종괴와 연결된 정맥이 막히거나 흐릿하게 보임. - 안광물에 의한 것이 아닌, 정맥의 불균질한 조영증강 - 이 영상 소견들은 정맥 내 종양의 존재를 시사하지만 확진할 수는 없으며 LR-TIV 범주 할당에 단독으로 사용할 수 없음. 해당 영상 소견들이 있는 경우 영상의학과 의사는 정맥 내 조영증강되는 연부조직 여부에 대해 면밀히 평가해야함. <p>▶ 정맥 내 종양의 LI-RADS 영상 소견에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ LI-RADS 조영증강 조영과 진단 알고리즘에 따르면,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정맥 내 종양은 간실질의 종괴 유무와 무관하게 정맥 내에 명확히 조영증강되는 연부조직이 있는 경우로 정의됨 - 정맥 내 종양은 부분적으로 폐쇄/재개통된 양성 혈전과 구별되어야 함. 미세기포 조영제가 정맥에 도착하는 시간이 감별에 도움이 될 수 있음. <ul style="list-style-type: none"> - 이른 도착 (대략 간동맥이 보이는 것과 같은 시점): 정맥 내 종양 시사 - 간동맥이 보인 후 몇 초 (약 10 초) 후에 도착: 비폐쇄/재개통된 양성 혈전의 돌린 부분에서의 문맥 혈류를 시사 <p>▶ LR-M 영상 소견은 높은 악성 가능성을 나타내지만 간세포암종에 특이적이지는 않음.</p> <p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, LR-M 영상 소견은 다음과 같이 나뉨:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과녁 모양 LR-M 영상 소견 - 비과녁 모양 LR-M 영상 소견 <p>▶ 과녁 모양 LR-M 영상 소견은 다음을 포함함: <ul style="list-style-type: none"> - 테두리 동맥기 과조영증강 - 주변부 썬킨 - 지연기 중심부 조영증강 - 과녁 모양 확산제한 - 이행기 혹은 간담도기 과녁 모양 </p> <p>▶ 비과녁 모양 LR-M 영상 소견은 다음을 포함함: <ul style="list-style-type: none"> - 점분형 모양 </p>
LI-RADS LR-M feature	비특이적 악성 간방법(LR-M)의 LI-RADS 영상 소견	LI-RADS에서 LR-M (비특이적 악성 간방법) 범주를 할당하는데 사용하는 영상 소견	LI-RADS	CT, MRI, CEUS	

						<ul style="list-style-type: none">- 현저한 확산제한- 괴사 또는 심한 허혈- 그외 영상의학과 의사의 판단에 따라 비간세포성 암종을 시사하는 영상 소견 <p>▶ LR-M 영상 소견에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ LI-RADS 조영증강 초음파 진단 알고리즘에 따르면, LR-M 영상 소견은 다음 중 하나를 포함함:</p> <ul style="list-style-type: none">- 테두리 동맥기 과조영증강 후 유형과 상관없는 찌김- 이룬 찌김 (1 분 이내에 발생)- 현저한 찌김 (2 분 이내에 보일 경우) <p>▶ 조영증강 초음파 LR-M 영상 소견에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ LI-RAD는 CT 및 MRI에서 다섯 가지 주 영상 소견을 정의함:</p> <ul style="list-style-type: none">- 테두리 아닌 동맥기 과조영증강- 주변부 아닌 찌김- 조영증강되는 피막- 크기- 역치 이상 성장 <p>▶ LI-RAD는 조영증강 초음파에서 세 가지 주 영상 소견을 정의함:</p> <ul style="list-style-type: none">- 테두리 아닌 동맥기 과조영증강- 늦은 경도 찌김- 크기	
LI-RADS major feature	LI-RADS 주 영상 소견	LI-RADS에서 LR-3 (악성도가 불분명한 병변), LR-4 (간세포암종 가능성 높은 병변) 및 LR-5 (확실한 간세포암종) 범주를 할당하는데 사용하는 영상 소견으로, 소견이 간세포암종일 상대적인 가능성을 반영함.	LI-RADS	CT, MRI, CEUS			
Locoregional therapy	국소 치료	특정 병변이나 간의 일부에 대해 물리적 제거가 아닌 방법으로 시행하는 치료	광범위	<p>▶ 국소 치료의 예시:</p> <ul style="list-style-type: none">- 소작 치료- 경도관 치료- 외부조사 방사선 치료 <p>▶ 수술적 절제는 물리적으로 간의 일부를 제거하는 것으로써, 국소 치료로 간주되지 않음.</p> <p>▶ 화학요법 또는 생물학적 제제의 전신 주입 또한 국소 치료로 간주되지 않음.</p>	<p>▶ 국소 치료에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-9-Treatment-response.pdf 를 보십시오.</p>	일반 용어	
Marked T2 hyperintensity	현저한 T2 고신호강도	T2 강조영상에서 흰 과부화되지 않은 비장보다 높은 신호로 보이며, 단순 채택만을 혹은	광범위	MRI	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 현저한 T2 고신호강도는 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 현저한 T2 고신호강도에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	T2 bright, high T2 signal intensity, fluid signal, lightbulb T2 bright	

Marked washout	현저한 씻김	가의 비슷한 정도로 높은 신호강도를 보임.	광범위	CEUS			▶ LI-RADS 조영증강 초음파 알고리즘에 따르면, 현저한 씻김 은 소견이 조영제 주입 후 2 분 이내에 감게 되거나 구멍 뚫린 것 처럼 되어야 함. 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.	LR-M 영상 소견
Mass	종괴	셀절 또는 기타 해부학적 구조물들을 왜곡하거나 파괴하는 공간 점유 병변	광범위	CT, MRI, CEUS, US	▶ 종괴 의 예시: - 악성 종양 - 양성 종양 - 혈관종 - 낭종 - 용혈성 섬유화 - 치료된 병변 ▶ 어떤 크기나 또는 모양도 가능함: - 원형 또는 타원형 - 지도 모양 - 불규칙형 - 미만성 - 용합성 - 침윤형 혹은 침투형 ▶ 종괴가 원형 또는 타원형이면 결절 로 평가함. 용어는 맥락, 사용자 선호, 크기에 따라 결절 또는 종괴 를 선택하여 사용할 수 있음. ▶ 종괴가 지도 모양 또는 불규칙한 모양이거나 미만성, 용합성, 침윤형일 때는 결절 을 사용하지 않음.	▶ 종괴 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.	일반 용어	
Mild washout	경도 씻김	조영증강 초음파에서 씻김의 하위유형이며, 간혹 보이는 조영증강이 될 하지만 조영증강이 없는 것은 아닌 (즉, 일부 조영증강이	광범위	CEUS			▶ 경도 씻김 은 조영제 주입 2 분 이후에 나타나는 모든 씻김 을 포함함. 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.	간세포암종의 주 영상 소견

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nonenhancing capsule	조영증강되지 않는 피막	피막의 하위유형이며, 어느 영상에서도 조영증강을 보이지 않는 피막	LI-RADS	CT, MRI	<p>▶ 결절 내 결절 모양은 모자이크 모양의 한 종류임.</p> <p>▶ 내부 결절과 외부 결절은 고형이어야 함. 결절 내 결절 모양은 결관종에는 적용하지 않음.</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 조영증강되지 않는 피막은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 피막의 두 가지의 하위유형 중 하나임. - 간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. <p>▶ 영상 검사에서 조영증강되지 않는 피막은 다음과 같이 보일 수 있음:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조영전 CT: 저음영 - 조영전 T1 강조영상: 저신호강도 - T2 강조영상: 저신호강도 또는 고신호강도 - 확산강조영상: 고신호강도 - 조영후 CT 또는 T1 강조영상: 조영 증강 되지 않음. - 이행기: 저신호강도 - 간담도가: 저신호강도 <p>▶ 조영증강되지 않는 피막에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Nonenhancing distinctive rim	간세포암종을 시사하는 보조적 영상 소견
Nonmasslike (adjective)	종괴형태가 아닌	종괴의 특성을 가지지 않음. 간실질 또는 기타 해부학적 구조물을 왜곡하거나 파괴하지 않음.	광범위	CT, MRI, CEUS, US	<p>▶ 병변 또는 가상 병변에 적용할 수 있음.</p> <p>▶ 예시:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종괴형태가 아닌 지방 침착 혹은 결립 - 종괴형태가 아닌 절분 침착 혹은 결립 - 종괴형태가 아닌 동맥기 과조영증강 - 종괴형태가 아닌 불균질한 조영증강 <p>▶ 주변부 아닌 썬김은 균질할 수도 있고 불균질할 수도 있음. 불균질할 경우 국소적이거나, 흩어져 있거나 (드문드문 있는, 일률적/불균질한), 결절 내 결절 혹은 모자이크 형태일 수 있음.</p> <p>▶ 추가 설명은 썬김을 보십시오.</p>	<p>▶ 종괴, 종괴형태가 아닌, 또는 관련 용어들에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.</p>	일반 용어	
Nonperipheral washout	주변부 아닌 썬김	썬김의 하위유형이며, 병변 주변부 위주가 아닌 썬김	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 주변부 아닌 썬김은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 썬김의 두 가지 하위유형 중 하나임. - 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. <p>▶ 주변부 아닌 썬김에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	<p>Washout; venous/porta venous/delayed/late phase hypoenhancement; hypoaattenuation, or hypointensity; deenhancement</p>	간세포암종의 주 영상 소견	
Nonim arterial hyperenhancement (nonrim APHE)	테두리 아닌 동맥기 과조영증강	동맥기 과조영증강의 하위유형이며, 소견의 주변부	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 테두리 아닌 동맥기 과조영증강은 동맥기 과조영증강의 하위유형 중 하나임.</p> <p>▶ 테두리 아닌 동맥기 과조영증강은 균질하거나 불균질할 수 있음.</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 테두리 아닌 동맥기 과조영증강은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동맥기 과조영증강의 두 가지 하위유형 중 하나임. - 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. 	Arterial hypervascularity; hypervascularity in arterial	간세포암종의 주 영상 소견

		위주 과조영종강이 아닌 것			<p>▶ 추가 설명은 동맥기 과조영종강을 보십시오.</p>	<p>▶ 동맥기 과조영종강과 그 하위유형에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	<p>phase, increased contrast enhancement in hepatic arterial phase, increased contrast enhancement in late hepatic arterial phase, hypervascularity, high attenuation area in arterial phase, contrast uptake in arterial phase, wash in</p>	일반 용어
Observation, lesion, pseudolesion, mass, nodule	소견, 병변, 가성병변, 종괴, 결절	영상 검사에서 간실질과 비교하여 구별되는 영역	광범위	CT, MRI, CEUS, US	<p>▶ 소견은 병변과 가성병변을 포함하는 일반적인 용어임. 진성병변(병적 이상이 있음) 또는 가성병변(병적 이상이 없음)일 수 있음.</p>	<p>▶ LI-RADS 의사결정 나무와 알고리즘은 간소함을 위해 일반적인 용어인 소견을 사용한, 임상진료에서 명확한 의사소통을 위해 영상의학과 의사는 확실하고 가장 구체적인 용어를 선택하여 사용할 수 있음. 예를 들어 영상의학과 의사가 어떤 소견이 고형 결절이라 확인하는 경우 결절을 사용할 수 있음. 반면 어떤 소견이 진성병변인지 가성병변인지 확실하지 않는다면 결절, 병변 또는 국소 간 병변은 오해의 소지가 있기 때문에 소견이 선호됨.</p> <p>▶ 소견, 병변, 가성병변 및 관련 용어에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.</p> <p>▶ 소견, 병변, 가성병변, 종괴, 결절에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.</p>	<p>Lesion or pseudolesion</p>	일반 용어
Observation, lesion, pseudolesion, mass, nodule	소견, 병변, 가성병변, 종괴, 결절		광범위	CT, MRI, CEUS, US	<p>▶ 소견, 병변, 가성병변, 종괴, 결절은 서로 관련이 있으나 동일한 용어는 아님.</p> <p>▶ 해당 용어들은 계층적인 관련이 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소견은 다른 모든 용어를 포괄하는 일반적인 용어임. - 병변과 가성병변은 소견의 유형들임. - 종괴는 병변의 한 유형임. - 결절은 종괴의 한 유형임. <p>▶ 문맥과 사용자 선호에 따라 가장 구체적인 용어를 사용할 수 있음. 예를 들어 어떤 소견이 진성병변으로 생각되는 경우 병변 또는 소견을 사용할 수 있음. 어떤 소견이 진성병변인지 가성병변인지 확실하지 않은 경우 소견이 선호됨.</p>			일반 용어

Parallels blood pool enhancement	혈관과 비슷한 조영증강	광범위	CT, MRI	<p>▶ 일반적으로 다음 혈관들이 각 시기의 혈관 조영증강을 대표함:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동맥기: 대동맥 또는 간동맥 - 문맥기: 문맥 - 지연기, 이행기, 간담도기: 문맥 또는 간정맥 <p>▶ 이 조영증강 패턴은 혈관종의 특징이지만, 단독으로 진단하지는 않음. 혈관종을 확진하기 위해서는 다른 영상 소견들(즉, 한정된 T2 고신호강도와 주변부 비연속적 결절성 조영증강)이 필요할 수 있음.</p> <p>▶ 정상 간 구조의 소실은 정상 간세동이 혹은 간정맥이 보이지 않는 경우를 포함함.</p>	<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 혈관과 비슷한 조영증강은 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 혈관과 비슷한 조영증강에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Following signal/attenuation/brightness/enhancement of blood pool on all phases	영상을 시사하는 보조적 영상 소견
Parenchymal distortion	조음파에서 다음 중 하나 이상을 보이는 간실질 영역의 의미함: - 경계가 안 좋은 불균질한 영역 - 굴절음영 - 정상 간 구조 소실	광범위	CEUS, US	<p>▶ 정상 간 구조의 소실은 정상 간세동이 혹은 간정맥이 보이지 않는 경우를 포함함.</p>	<p>▶ LI-RADS 조음파 감시 알고리즘에서 10 mm 이상 크기의 간실질 변형은 US-3 범주를 할당할 수 있음. 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS-US-Algorithm-Portrait-2017.pdf 를 보십시오.</p>		일반 용어
Perfusion alteration	간내 한 영역으로의 혈액 공급의 비종괴성 변화	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 종동맥기에 과조영증강 보이고 동맥기 이후 시기 등조영증강 보이는 비종괴성 영역으로 보임.</p> <p>▶ 어떤 크기로도 보일 수 있음.</p> <p>▶ 보통은 지도 모양이며, 간혹 원형이나 타원형 모양임.</p> <p>▶ 흔히 간의 주변부에 위치함.</p> <p>▶ 종괴 자체에 의해 또는 종괴와 연관되어 발생할 수 있음.</p> <p>▶ CT와 MRI에서 원형이나 타원형인 경우 결절로 오인할 수 있고, 불균질한 경우 침윤형 종괴로 오인할 수 있음.</p>	<p>▶ 관류 변화에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 및 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-15-Benign-entities.pdf 를 보십시오.</p>	THID, THAD, THED, AP shunt, perfusional abnormality, perfusion anomaly, vascular pseudolesion	일반 용어
Peripheral discontinuous nodular hyperenhancement (APHE)	주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강	광범위	CEUS	<p>▶ 동맥기 동안 병변 내 조영증강 영역이 초기에는 등글거나 구형이며 병변의 주변부를 따라 비연속적으로 분포하고 이후에 빠르게 확장되어 병변 전체 또는 거의 전체를 채움.</p>	<p>▶ LI-RADS 조영증강 초음파 진단 알고리즘에 따르면, 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동맥기 과조영증강의 하위유형 중 하나임. - 혈관종의 진단적 영상 소견임. <p>▶ 주변부 비연속적 결절성 동맥기 과조영증강에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS/LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.</p>		영상 소견
Peripheral discontinuous nodular enhancement	주변부 비연속적 결절성 조영증강	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 주변부 비연속적 결절성 조영증강은 시간적 조영증강 패턴 중 하나임. 이 영상 소견을 엄격하게 평가하기 위해서는 두 개 이상 시기에서 영상 획득이 필요함.</p> <p>▶ 조영증강 영역들은 팽창하면서 합쳐져서 연결되어 보이고, 병변</p>	<p>▶ 주변부 비연속적 결절성 조영증강에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Peripheral discontinuous globular enhancement, peripheral	영상 소견

Peripheral washout	주변부 씻김	씻김의 하위유형이며, 병변 주변부 위주의 씻김	광범위	CT, MRI	<p>전체 또는 거의 전체를 채워서 더 이상 등불거나 구형으로 보이지 않을 수 있음.</p> <p>▶ 조영증강 영역들은 혈관과 비슷한 조영 증강을 보임. 간담도 조영제 사용시, 조영증강 영역들은 보통 등신호강도를 보이다가 이행기와 간담도기에는 간보다 저신호강도가 됨.</p> <p>▶ 비경화성 혈관종의 진단적 영상 소견임.</p> <p>▶ 주변부 비연속적 결절형 조영증강을 공격하게 판정하기 위해서는 두 개 이상 시기에서 영상획득이 필요함. 하지만 영상 소견이 충분히 특징적이라면 시간적 조영증강 패턴을 추론하여 하나의 조영후 시기로도 혈관종 진단이 가능함.</p> <p>▶ 주변부 씻김은: - 과녁 모양의 하위유형 중 하나임. - 씻김의 하위유형 중 하나임.</p> <p>▶ 추가 설명은 씻김을 보십시오.</p>	discontinuous puddles of enhancement, peripheral discontinuous puddling	LR-M 영상 소견
Portal venous phase (PVP)	문맥기	조영제 주입 후 최대 2 분 이내의 동맥기 이후 시기로 문맥과 간정맥이 간질질보다 더 조영증강되는 시기	광범위	CT, MRI, CEUS	<p>▶ 조영증강 초음파에서: 문맥기는 보통 조영제 주입 후 30-45 초 후 시작하고 90-100 초 동안 지속하며 2 분 정도에 끝남.</p> <p>▶ CT와 MRI에서: 문맥기 영상은 전형적으로 조영제 주입 후 60-80 초에 얻음.</p> <p>▶ 문맥기와 지연기는 비슷하게 보임. 이들은 다음과 같이 구분할 수 있음: - 조영제 주입 후 시간 - 두 시기 영상을 모두 얻은 경우: 일반적으로 간실질, 문맥, 간정맥이 문맥기에서 지연기보다 더 조영증강됨.</p> <p>* 일부 환자에서는, gadoxetate 를 주입 후 2 분 이내에 이행기가 시작될 수 있음. gadoxetate 주입 후 2 분 이내에 영상을 촬영했다라도 간실질이 문맥과 비슷하거나 더 조영증강되는 경우는 문맥기가 이미 지나간 상태임.</p>	Venous/portal venous/delayed/late phase peripheral hypoenhancement, peripheral hypotenuation, or hypointensity; peripheral deenhancement	영상 시기

Postarterial extracellular phase (ECP)	동맥기 이후 세포외 시기	다음 영상 시기를 일컫는 일반적인 용어임: - 세포외 - 조영제나 gadobenate 사용 시 문맥기 및 지연기가 해당됨. - gadoxetate 사용 시 문맥기만 해당됨.	광범위	CT, MRI	▶ 동맥기 이후 세포외 시기 동안의 간싯질 조영증강은 주로 조영제의 세포외 분포에 기인함. ▶ 혈관 내 조영제 에는 적용하지 않음.		영상 시기	
Postarterial phase	동맥기 이후 시기	동맥기 이후의 영상 시기를 일컫는 일반적인 용어	광범위	CT, MRI, CEUS	▶ 조영증강 조음파에서 동맥기 이후 시기 는 문맥기와 후기 조영기로 나뉨. ▶ 세포외 조영제를 사용한 CT와 MRI에서 동맥기 이후 시기 는 문맥기와 지연기로 나뉨. ▶ gadoxetate를 사용한 MRI에서 동맥기 이후 시기 는 문맥기, 이행기, 간담도기로 나뉨. ▶ gadobenate를 사용한 MRI에서 동맥기 이후 시기 는 문맥기, 지연기, 간담도기로 나뉨. 이행기 는 존재하지만 영상 획득은 거의 하지 않음.	Venous phase, late phase	영상 시기	
Pseudolesion	가상병변	병적 이상이 있는 것은 아니나, 그런 것처럼 보이는 소견	광범위	CT, MRI, CEUS, US	▶ 진성병변으로 오인할 수 있음. ▶ 예시: - 원형 또는 구형 관류 변화 - 대동맥으로부터 기인한 유행 허상 등의 인공물	▶ 가상병변에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-7-The-LIRADS-observation.pdf 를 보십시오.	일반 용어	
Refractive shadowing	굴절음영	소견의 외측 모서리로부터 발생한 선형 음영들. 소견은 경계가 명확하거나 불명확할 수 있음.	광범위	CEUS, US	▶ 일부 침윤형 종양에서, 굴절음영은 병변이 존재함을 알려주는 가장 좋은 조음파 소견일 수 있음.	▶ 굴절음영에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-US-Algorithm-Portrait-2017.pdf 를 보십시오.	일반 용어	
Rim arterial phase hyperenhancement (rim APHE)	테두리 동맥기 과조영증강	동맥기 과조영증강의 하위유형이며, 소견의 주변부 위주 과조영증강	광범위	CT, MRI, CEUS	▶ 테두리 동맥기 과조영증강은: - 과녁 모양의 하위유형임. - 동맥기 과조영증강의 하위유형임. ▶ 테두리 동맥기 과조영증강은 매관할 수도 있고, 불규칙할 수도 있음. 두께는 다양할 수 있음. ▶ 테두리 동맥기 과조영증강은 혈관종의 특징인 주변부 비연속적 결절형 조영증강과 혼동하면 안됨.	▶ LI-RADS 조영증강 조음파 및 CT/MRI 진단알고리즘에 따르면, 테두리 동맥기 과조영증강은 LR-M 영상 소견 중 하나임. ▶ 테두리 동맥기 과조영증강에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 및 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/LI-RADS-US-2017-Core.pdf 를 보십시오.	Peripheral APHE, rim APHE, targetoid APHE, APHE in target pattern, rim enhancement	LR-M 영상 소견

Size	크기	소견의 바깥 가장자리와 바깥 가장자리 사이의 최대 거리	광범위	CT, MRI, CEUS, US	▶ 경계가 가장 분명하게 보이는 영상 시기, 시리즈, 평면을 선택하여 측정할 것	▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면: - 측정 시 피막 을 포함함. - 경계가 분명하게 보이는 다른 시리즈가 있다면, 동맥기 혹은 확산강조영상에서는 측정하지 말 것. ▶ 크기에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오. ▶ LI-RADS 에서 크기의 정의는 RECIST 의 최대 직경 의 정의와 일치함. 소견이 구형이 아닐 수 있기 때문에 LI-RADS에서는 직경보다 크기를 선호함. ▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 크기 감소는: - 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 가능하면 연속적인 검사의 같은 시기/시퀀스/평면에서 측정할 것 - 크기의 변화를 신뢰성 있게 측정할 수 있는 충분한 품질과 적절한 기법의 이전 CT 나 MRI 검사가 있는 경우에만 평가해야 함. - 이전 조음파 혹은 조영증강조음파와 비교하여 평가를 안됨. - 크기 감소가 출혈성분의 흡수에 의한 것이라면 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 으로 적용하면 안됨. (근거: 악성 종양이 출혈성분의 흡수에 의한 크기 감소를 보일 수 있음) ▶ LI-RADS 조영증강 조음파 진단 알고리즘에 따르면, 크기 감소는: - 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. - 이전 CT 혹은 MRI와 비교하여 평가하면 안됨. * LI-RADS 조영증강 조음파 알고리즘에서는 성장을 하위유형으로 분류하지 않음. ▶ 크기 감소에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Diameter, dimension, long axis	영상소견, 간세포암종의 주 영상 소견
Size reduction	크기 감소	시간이 지남에 따라서 저절로 크기가 감소한 경우로, 인공물이나 측정 오차, 영상 기법의 차이에 의한 것만으로 설명되지 않음.	광범위	CT, MRI, CEUS, US		Decreased size, shrinkage, regression 양성을 시사하는 보조적 영상 소견		
Size stability ≥ 2 years	2 년 이상 크기 안정성	2 년 이상 간격의 연속된 검사에서 측정된 소견의 크기에 변화가 없음.	LI-RADS	CT, MRI, CEUS		Stable size, unchanged size, stable diameter, unchanged diameter 양성을 시사하는 보조적 영상 소견		

							<p>- 이전 CT 혹은 MRI 검사와 비교하여 평가하면 안됨.</p> <p>▶ 2년 이상 크기 안정성에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>		영상 소견, 국소 결절성 과증식의 진단적 영상 소견
Spoke/wheel, centrifugal arterial phase hyperenhancement (APHE)	바퀴살 모양 원상성 동맥기 과조영증강	광범위	CEUS	<p>▶ 바퀴살 모양의 원상성 동맥기 과조영증강은 동맥기 동안 연속적인 영상 촬영을 통해서 평가할 수 있는 동맥기 과조영증강의 시간적 하위유형임.</p> <p>▶ 조영증강 조음파에서 국소 결절성 과증식을 시사하는 영상 소견임.</p>			<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 역치 이하 성장은:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 성장의 하위유형임. - 간세포암종 특이적이지 않은 일반적으로 악성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. <p>▶ 역치 이하 성장에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Subthreshold diameter increase, subthreshold size increase, growth less than threshold	간세포암종 특이적이지 않은 일반적인 악성을 시사하는 보조적 영상 소견
Targetoid	과녁 모양	광범위	CT, MRI	<p>CT 혹은 MRI에서 과녁 같은 모양을 보임. 종괴의 중심부와 주변부가 서로 다른 영상 특징을 가짐.</p>			<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 과녁 모양에는 다섯 가지 하위유형이 있음.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테두리 동맥기 과조영증강 - 주변부 썬김 - 지연기 중심부 조영증강 - 과녁 모양 확산제한 - 이행기 혹은 간담도기 과녁 모양 <p>▶ 과녁 모양 하위유형 중 하나라도 있다면 간내담관암종 혹은 그 외 비간세포성 암종을 시사하나, 간세포암종을 배제할 수 없음.</p> <p>▶ 과녁 모양에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.</p>	Target-like, target appearance	LI-M 영상 소견
Targetoid diffusion restriction	과녁 모양 확산제한	광범위	MRI	<p>확산제한의 하위유형이며, 소견의 주변부에서 확산제한이 가장 강하게 보임.</p>			<p>▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 과녁 모양 확산제한은 LI-M 영상 소견 중 하나임.</p> <p>▶ 과녁 모양 확산제한에 대해 더 알고 싶다면</p>	Peripheral restriction, DWI target sign/appearance	LI-M 영상 소견

Targetoid transitional phase (TP) or hepatobiliary phase (HBP) appearance	이행기 혹은 간담도기 과녁 모양	광범위	MRI with HBA	▶ 이행기 혹은 간담도기 과녁 모양은: - 과녁 모양의 하위유형임. - 이행기 혹은 간담도기 저신호강도의 하위유형임.	https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	HBP/TP cloud, HBP/TP target sign/appearance	LR-M 영상 소견
Threshold growth	역치 이상 성장	LI-RADS	CT, MRI	▶ 이행기 혹은 간담도기 과녁 모양은: - 성장의 두 가지 하위유형 중 하나임. - 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. ▶ 역치 이상 성장에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Growth by 50% or more, size increase by 50% or more	간세포암종의 주 영상 소견
Transitional phase (TP)	이행기	광범위	MRI with gadovetate	▶ 이행기 동안의 간실질 조영증강은 간담도 조영제의 세포외 및 세포내 분포가 모두 기여함. ▶ 이행기 영상은 일반적으로 gadovetate 주입 후 2 분에서 5 분 사이에 얻음. ▶ 이행기 영상은 일반적으로 2 분에서 5 분 사이에 획득하지만, 이행기의 시작 시기는 다양함. 일부 환자에서는 주입 후 2 분 보다 이전에 시작될 수 있으며, 어떤 환자들에서는 주입 후 5 분 이후에 시작될 수도 있음. ▶ 이 시기는 거의 예외없이 gadovetate 를 사용하여 얻어짐. gadobenate 사용할 경우 이행기 는 존재하지만 영상 획득은 거의 하지 않음.	https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Interstitial phase, equilibrium phase, late dynamic phase are often misused to indicate the transitional phase but they are not true synonyms for the transitional phase.	영상 시기
Transitional phase (TP) hypointensity	이행기 저신호강도	광범위	MRI with gadovetate	▶ 이행기 저신호강도는 빗금으로 간주하지 않음. ▶ 기능이 있는 간실질 부위와 비교할 것 (즉, 혈관이나 조영제 섭취가 없는 간 부위와 비교하지 말 것)	https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Transitional phase hypoenhancement, late dynamic phase hypointensity, late dynamic phase hypoenhancement,	간세포암종 특이적이지 않은 일반적인 악성을 시사하는 보조적 영상 소견

								▶ 이행기 저신호강도 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	equilibrium phase hypointensity, interstitial phase hypointensity		
Treated lesion	치료된 병변	치료방법의 종류와 무관하게 치료된 병변	광범위	CT, MRI, CEUS	▶ 병변들은 국소 치료, 절제술, 전신치료, 혹은 병합요법으로 치료되었을 수 있음.			▶ LI-RADS 는 국소 치료 혹은 절제술 이후 치료 반응 혹은 재발을 평가하는 가이드라인을 제공한다. ▶ LI-RADS 치료 반응 평가 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS-LI-RADS-2018-Core.pdf 및 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-9-Treatment-response.pdf 를 보십시오. ▶ LI-RADS 는 아직 전신항암요법 이후 치료 반응 평가를 위한 가이드라인을 제공하고 있지 않음.	일반 용어		
Undistorted vessels	주행에 변화없는 혈관	혈관이 멀리거나 변형되는 등의 변화없이 소관을 통과해서 지나감.	광범위	CT, MRI	▶ 관류 변화의 특징적인 소견			▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에 따르면, 주행에 변화없는 혈관 은 양성을 시사하는 보조적 영상 소견 중 하나임. ▶ 주행에 변화없는 혈관 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	Lack of mass effect on vessels	양성을 시사하는 보조적 영상 소견	
US visibility as nodule	초음파에서 결정로 보임	조영증강하지 않은 초음파에서, CT 나 MRI 에서 발견된 소견과 일치하는 병변이 뚜렷한 결절 혹은 종괴로 보임	LI-RADS	CT, MRI				▶ 주행에 변화없는 혈관 에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 를 보십시오.	US detectability as discrete nodule, sonographic visibility as discrete nodule, visibility as nodule	간세포암종 특이적이지 않은 일반적인 악성을 시사하는 보조적 영상 소견	
Washout	씻김	조영증강 초기에 비해 후기에서 조영증강이 감소하여 간실질에 비해 조영증강이 덜 되는 상태가 되는 것. 검사 장비에 따라서 다음 패턴 중 한 가지로 보일 수 있음:	광범위	CT, MRI, CEUS	▶ 씻김 을 판단하기 위해서는 시간 경과에 따른 조영증강의 감소를 판단해야 하므로 적어도 두 시기(예, 동맥기와 하나 이상의 동맥기 이후 영상)의 조영증강 영상이 있어야 함; 단일 조영증강 시기 감시로는 씻김 을 평가할 수 없음. ▶ 씻김 은 동맥기 이후 세포의 시기 에서 나타나야 함; - 세포의 조영제와 gadobenate 를 사용한 경우 문맥기 혹은 지연기 혹은 두가지 모두에서 저조영증강으로 보임. - gadoxetate 를 사용한 경우 문맥기 의 저조영증강만 인정함. 이행기 또는 간담도기의 저신호강도는 씻김 으로 간주되지 않음. ▶ 씻김 은 간실질과 비교하여 정성적으로 평가 가능하며 정량적 측정을 필요로 하지 않음.			▶ LI-RADS CT/MRI 진단 알고리즘에서 씻김 의 하위유형은 다음과 같이 분류됨: - 주변부 씻김 : LR-M 영상 소견 중 하나임. - 주변부 아닌 씻김 : 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. ▶ LI-RADS 조영증강 초음파 진단 알고리즘에서 씻김 의 하위유형은 다음과 같이 분류됨: - 이른 혹은 현저한 씻김 : LR-M 영상 소견 중 하나임. - 늦은 경도 씻김 : 간세포암종의 주 영상 소견 중 하나임. ▶ 씻김 과 그 하위유형에 대해 더 알고 싶다면 https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Clinical-Resources/LIRADS/Chapter-16-Imaging-features.pdf 및	venous/portal venous/delayed/late phase hypoenhancement, hypoattenuation, or hypointensity; deenhancement	영상 소견	

				<p>https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/CEUS-LI-RADS-2017-Core.pdf 를 보십시오.</p>	
<p>- 과조영증강에서 저조영증강이 됨. - 등조영증강에서 저조영증강이 됨. *간담도 조영제를 사용한 경우, 이행기 이전에 평가해야 함.</p> <p>조영증강 조음파에서: - 과조영증강에서 저조영증강이 됨. - 등조영증강에서 저조영증강이 됨. - 저조영증강에서 명확하게 더 저조영증강이 됨.</p>			<p>▶ 씻김은 조금이라도 조영증강이 있는 소견에만 적용됨. 조영증강되지 않는 소견에는 씻김을 적용하지 않음.</p> <p>▶ 동맥기 과조영증강에서 조영증강이 감소하여 등조영증강이 되는 것은 씻김으로 판단하지 않음.</p> <p>▶ 동맥기 과조영증강이 있는 경우, 동맥기 과조영증강을 보이는 부분과 씻김을 보이는 부분이 일치할 필요는 없음.</p> <p>▶ 간실질이 결절들과 섬유화로 구성되어 보일 경우, 결절들과 섬유화의 전체적인 평균을 간실질로 간주하여 비교함.</p> <p>▶ 씻김은 소견 전체에서 보일 수도 있고 부분적으로 보일 수도 있음. 부분적으로라도 씻김이 있을 경우 씻김이 있는 것으로 평가함.</p> <p>▶ CT 또는 MRI 에서 씻김은 형태에 따라서 두 가지 하위유형이 있음: - 주변부 씻김 - 주변부 아닌 씻김</p> <p>▶ 조영증강 조음파에서 씻김은 발생 시점과 정도에 따라서 분류함: - 발생 시점: - 이른 씻김: 조영제 주입 후 60 초 이전 - 늦은 씻김: 조영제 주입 후 60 초 혹은 그 이후 - 정도: - 경도 씻김: 간보다는 덜 조영증강되지만 조영증강이 없지는 않음. 경도의 씻김이 조영제 주입 2 분 이후에 현저한 씻김이 되더라도 여전히 경도의 씻김으로 평가함. - 현저한 씻김: 조영제 주입 2 분 이내에 조영증강이 사실상 없는 상태(구멍 뚫림)를 보임.</p> <p>▶ 보고자 하는 부위가 간실질에 비해 조영증강이 덜 된다는 점에서 씻김은 조영증강 회미해짐과 비슷하지만, 두 용어는 동일하지 않음.</p> <p>- 씻김: - CT 나 MRI 에서 이른 시기의 등조영증강 또는 과조영증강을 보인 후 혹은 CEUS 에서 이른 시기의 조영증강(경도 상관 없음)을 보인 후, 나중 시점에서 간실질에 비해 저조영증강을 보임. - 예시: * CT/MRI/조영증강 조음파: 과조영증강 (동맥기) -> 저조영증강 (문맥기 혹은 후기 조영기, 또는 둘 다)</p>		

					<p>과조영증강 (문맥기) -> 저조영증강 (지연기/후기 조영기)</p> <p>등조영증강 (동맥기) -> 저조영증강 (문맥기 혹은 지연기/후기조영기 또는 둘다)</p> <p>등조영증강 (문맥기) -> 저조영증강 (지연기/후기조영기)</p> <p>* 조영증강 조율표에만 해당하는 예시:</p> <p>저조영증강 (동맥기) -> 더 저조영증강 (문맥기 혹은 후기 조영기, 또는 둘다)</p> <p>저조영증강 (문맥기) -> 더 저조영증강 (후기 조영기)</p> <p>- 조영증강 회피해결:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이른 시기에서의 과조영증강을 보인 후 모든 나중 시기에서 간헐선에 비해 등조영증강 또는 미약한 과조영증강을 보임. - 예시: <p>* CT/MRI/조영증강 조율표:</p> <p>과조영증강 (동맥기) -> 등조영증강/미약한 과조영증강 (모든 나중 시기)</p> <p>과조영증강 (문맥기) -> 등조영증강/미약한 과조영증강 (모든 나중 시기)</p>
--	--	--	--	--	---

2017년 1월 6일 제정
2018년 1월 9일 개정
2021년 4월 29일 개정

1. 일반사항

대한복부영상의학회지는 대한복부영상의학회의 공식 학술지로서 연 1회 발간하며, 영문 명칭은 Korean Journal of Abdominal Radiology (KJAR)로 한다. 학술지는 매년 연 1회, 인쇄본의 형태와 온라인(<http://e-kjar.org>)으로 발간된다.

원고는 국문 혹은 영문으로 작성할 수 있으며, 원고의 종류는 원저, 종설, 임상화보, 증례보고, 특별기고(정책 백서, 원저소개, 편집인에게 보내는 글, 기타) 등으로 구분될 수 있다. 모든 원고는 전자 논문투고 시스템(<http://submit.e-kjar.org>)을 이용하여 제출한다.

2. 게재윤리사항

2.1. 윤리적 규정

이 학회지에 투고하는 모든 원고는 연구의 대상이 사람인 경우(인체실험의 경우), 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)에 입각하여, 피험자 또는 보호자에게 연구의 목적과 연구 참여 중 일어날 수 있는 정신적, 신체적 위험을 충분히 설명하고, 피험자 또는 보호자로부터 서면 동의를 받았음을 원고에 명시하여야 한다. 단, 기관 생명윤리심의위원회 (Institutional Review Boards; IRB)에서 환자 동의서 면제를 승인한 경우는 제외될 수 있다.

연구의 대상이 동물인 경우(동물실험의 경우), 실험 과정이 NIH Guide for the Care and Use of Laboratory Animals에 저촉되지 않고, 소속기관의 동물실험윤리위원회(Institutional Animal Care and Use Committee; IACUC)의 승인을 받았음을 명시하여야 한다.

또한 모든 임상 연구는 공인된 IRB의 승인을 받아야 하고, IRB가 면제를 승인하지 않는 한 연구에 참여하는 모든 피험자(또는 법적 권한이 있는 대리인)로부터 연구 참여에 대한 사전 동의를 받아야 한다. 또한 필요 시 서면 동의서 및 윤리위원회 승인서의 제출을 요구할 수 있다. 표절, 중복출간, 연구부정행위 등 연구윤리와 관련된 부분에 대한 처리는 대한의학학술지편집인위원회에서 제정한 ‘의학

논문 출판윤리가이드라인’을 따른다.

2.2. 저자의 정의와 요건

대한복부영상의학회지는 2019년 ICMJE의 저자됨의 권장(<http://www.icmje.org/recommendations/>)을 따른다. 저자란 출판된 논문에 지적으로 상당한 기여를 한 사람을 말한다. 저자가 되기 위해서는 1) 학술적 개념과 계획 혹은 자료의 수집이나 분석 혹은 해석을 하는 데 있어서 상당한 공헌을 하고, 2) 논문을 작성하거나 중요한 내용을 수정하며, 3) 출간될 원고를 최종적으로 승인하고, 4) 논문의 정확성 또는 완벽성과 관련된 질문에 대해 적절히 설명하고 대답할 수 있는 연구의 모든 측면에 대해 책임을 지는, 이 네 가지의 조건을 모두 만족시켜야 한다. 책임저자는 저자 가운데 1명으로 학술지의 편집인이 보내는 논문 심사의 논평, 수정사항 등을 받아 연락한다. 또한 독자들이 별책(reprints)을 요구하거나 연구팀과의 연락이 필요한 때에 연락이 가능한 연락처가 기재되어 있어야 한다. 논문심사과정 중 ‘현재상태로 게재’ 결정이 난 후에는 저자의 추가나 책임저자의 변경이 불가능하다. 저자 명단에서 빠지기 위해서는 본인의 의사를 표시하고 서명한 편지를 제출하여야 한다.

2.3 중복게재에 대한 규정

제출된 원고와 동일한 또는 유사한 원고를 다른 학술지(ISSN 등재 학술지)에 게재할 수 없으며, 원고 전체나 원고의 중요한 부분, 표, 그림 등이 다른 학술지에 이미 게재되었거나, 게재 예정인 논문은 게재할 수 없다. 단 사용언어가 다르거나 양측 편집인의 승인이 있을 경우에 허용할 수 있으며, 이때 이차 출간한 논문 표지의 하단(각주, foot note)에 이 논문 전부 혹은 일부가 이미 출간되었음을 알 수 있도록 명시하고 원전을 기술하여야 한다. “This article is based on a study first reported in the [title of journal, with full reference].” 단, 학회 강의를 등과 같이 ISSN 등재 학술지가 아닌 경우에는 해당되지 않는다. 중복게재에 해당하는 것(예; 타 ISSN 등재 저널에 1차로

실린 논문 중 KJAR에 변형, 수록한 경우 등)을 제외하고는 KJAR에 실린 원고도 업적으로 이용할 수 있다. (예; 연수 강좌 강의록을 종설로 수정한 경우 등).

2.4. 원고와 관련된 이권과 저작권 양도에 관한 문제

원고와 관련된 연구비를 비롯한 재정적 지원사항과 이권에 대한 문제(conflict of interest, 이해충돌)를 일으킬 수 있는 사항을 빠짐없이 원고의 표지에 명시하여야 한다.

게재 결정된 원고의 저작권은 본 학회에 속하며, 대한복부영상의학회는 원고를 학회지나 다른 매체에 출판, 배포, 인쇄할 수 있는 권리를 가진다.

3. 원고의 종류

- A. 원저(Original Article): 원저는 기초 및 임상연구결과 의 보고서로서 새로운 정보를 제공할 수 있어야 하고 논문에 포함된 통계기법은 정확해야 한다. 원고의 길이 에 제한은 없지만 편집위원회에서 과다한 그림이나 큰 표 등을 제한할 수 있다.
- B. 종설(Review): 종설은 특정 주제에 초점을 맞춘 고찰로서 원칙적으로 편집위원회에서 특정 저자에게 위촉한다. 요청받지 않은 논문도 투고 시 편집위원회에서 고려할 수 있다.
- C. 임상화보(Pictorial Essay): 임상화보는 질 좋은 사진을 통한 교육이 주목적이며 이미 기정화 된 내용이지만 사진이나 그림들로서 교육적 가치가 크고 훌륭한 경우에 게재한다.
- D. 증례보고(Case Report): 복부영상의학분야에 중요한 영향을 줄 수 있는 교육적인 소견을 보고하는 것으로, 영상의학적 진단에 직접적인 관련이 있는 임상소견들을 제시해야 한다.
- E. 특별 기고문(Special Report): 본 회지는 위에 기술한 정형화된 원고 이외에 다양한 형식, 다양한 내용의 원고를 게재할 수 있다. 이미 학회지에 출판된 특정 논문에 대한 건설적인 비평 또는 의견, 복부 영상의학 분야의 제반 정책 관련 백서, 혹은 영상의학과 의사의 일반적 관심사항이나 학술분야 특정주제에 관한 기고문을 게재할 수 있다. 별도의 심사과정 없이 편집위원회에서 게재여부를 결정한다. 단 필요에 따라 외부 심사를 의뢰할 수 있다.

4. 원고의 작성

4.1. 일반사항

모든 원고는 한글 또는 영문으로 작성하며 Microsoft Word 최신 버전 사용을 원칙으로 한다. 의학용어의 번역은 가장 최근에 대한의사협회에서 발간한 의학용어집을 사용한다. 글씨 크기는 12 point, 2열 간격(200%)으로, A4용지, letter size용지의 상하좌우에 3 cm의 여백을 둔다. 표지로부터 시작하여 모든 원고에는 페이지 번호를 매겨야 한다. 원고작성에 사용되는 단위는 metric unit이다.

4.2. 표지(Title page)

표지에는 논문 제목과 모든 저자의 이름과 소속기관을 한글과 영문으로 표기하며, 외국인의 경우 영문으로 통일한다. 논문의 제목은 논문 내용을 전달할 수 있는 최소한의 단어로 작성하며 약자는 사용하지 않도록 한다. 다기관 연구에서 소속이 다른 저자들이 포함된 경우 연구가 주로 이루어진 기관을 1번으로 기록하고 그 이외의 기관은 해당 저자 이름에 2번부터 어깨번호를 하고 소속기관을 번호순으로 표기한다. 학위를 포함한 모든 저자명, 모든 저자들의 ORCID ID, 이해 상충, 연구비에 대한 기술이 반드시 포함되어야 한다. 교신저자의 이름, 주소(우편번호), 전화, 팩스 번호 및 E-mail 주소, 간추린 제목(running title), 재정지원 등의 순으로 국문과 영문으로 기재한다. 간추린 제목은 국문은 30자, 영문은 12단어가 넘을 경우 표기한다.

4.3. 본문(Main Body)

내표지는 본문 첫째 페이지로서 국문과 영문으로 논문 제목을 기재한다. 내표지와 본문의 모든 페이지에서 저자(소속, 성명)에 관한 사항은 기술하지 않는다. 영문 약어는 최소화하며 이를 사용할 시에는 최초에 풀어 쓴 후 괄호 안에 약어를 기입한다. 색인용어는 영문 초록의 하단에 MEDLINE/PubMed에서 등재된 MeSH 단어를 5개 선정하여 기입한다.

A. 원저

원저의 원고는 표지, 내표지, 영문과 국문초록(목적, 대상과 방법, 결과, 결론을 구분하여 기술한다)과 색인용어, 서론, 대상과 방법, 결과, 고찰, 요약, 참고문헌, 표, 그림 설명의 순서로 구성한다.

원고 종류	초록 최대 글자 수	최대 그림 수	최대 참고문헌수
종설	영문200단어 또는 한글 400자	30	100
임상화보	영문200단어 또는 한글 400자	40	70
원저	영문300단어 또는 한글 600자	20	50
증례보고	영문200단어 또는 한글 400자	10	20

B. 종설

영문과 국문초록을 특별한 구분 없이 기술하며, 서론, 본론, 결론으로 기술하고, 참고문헌, 표, 그림 설명을 작성한다.

C. 임상화보

영문과 국문초록, 서론, 고찰, 참고문헌, 그림 설명의 순으로 한다.

D. 증례보고

영문과 국문초록을 특별한 구분 없이 기술하며, 서론, 증례 보고, 고찰, 참고문헌, 표, 그림 설명의 순서로 구성한다.

4.4. 참고문헌

본문에서 참고문헌을 인용할 때에는 인용 순서대로 번호를 부여하여 아라비아 숫자로 각괄호 안에 표기한다. 문헌 인용 시 가능하면 인용논문의 저자 이름을 사용하지 않을 것을 권고하며, 꼭 필요하여 저자명을 언급하는 경우 국내와 외국저자 모두 영문으로 기재하되 1인일 경우 'Kim (1), Bailey (3)', 2인 이상일 경우 'Park 등(2), Brougham 등(4)'과 같이 기술한다. 국내 저자가 서지사항을 영문으로 기재한 경우에는 외국 저자의 예를 따른다. 참고한 문헌은 따로 REFERENCES 난에 본문에 인용한 순서대로 정리하여 나열한다. 논문의 저자는 최대 6명까지 표시할 수 있으며 7명 이상인 경우에는 앞에서 여섯 번째까지의 저자를 나열하고 나머지 저자는 'et al'로 표시한다. 참고문헌이 온라인으로 발간되어 권, 호가 아직 결정되지 않은 경우는 digital objective identifier (DOI)를 표시해야 한다. 학술지명의 표기는 'Index Medicus'의 학술지 약어를 사용하고 그 외 명시되지 않은 기술 양식은 'The NLM Style Guide for Authors, Editors, and Publishers (<http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>)'에 따라 기술한다.

Journal articles

1. Yoo BM, Lehman GA. Update on endoscopic treatment of chronic pancreatitis. Korean J Intern Med 2009;24:169-179.
2. Caselli RJ, Dueck AC, Osborne D, Gilman AG, Rall TW, Nies AS, et al. Longitudinal modeling of age-related memory decline and the APOE epsilon4 effect. N Engl J Med 2009;361:255-263.

Books

3. Gilman AG, Rall TW, Nies AS, Taylor P. Goodman and Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics. 9th ed. New York: Pergamon Press,

1996.

Chapters in books

4. Costa M, Furness JB, Llewellyn-Smith IF. Histochemistry of the enteric nervous system. In: Johnson LR, ed. Physiology of the Gastrointestinal Tract. 2nd ed. Vol. 1. New York: Raven, 1987:1-40.

Conference paper

5. Rice AS, Brooks JW. Canabinoids and pain. In: Dostorovsky JO, Carr DB, eds. Proceedings of the 10th World Congress on Pain; 2002 Aug 17-22; San Diego, CA. Seattle (WA): IASP Press, 2003:437-468.

Online publication

6. Suzuki S, Kajiyama K, Shibata K, et al. Is there any association between retroperitoneal lymphadenectomy and survival benefit in ovarian clear cell carcinoma patients? Ann Oncol 2008 Mar 19 [Epub]. <http://dx.doi.org/10.1093/annonc/mdn059>.

Web content

7. American Cancer Society. Cancer reference information [Internet]. Atlanta (GA): American Cancer Society, c2009 [cited 2009 Nov 20]. Available from: http://www.cancer.org/docroot/CRI/CRI_0.asp.
8. National Cancer Information Center. Cancer incidence [Internet]. Goyang (KR): National Cancer Information Center, c2009 [cited 2009 Oct 20]. Available from: <http://www.cancer.go.kr/cms/statics>.

4.5. 표

표는 그림에서 알 수 있는 내용을 중복하지 않으며 본문의 내용을 읽지 않고도 설명이 가능하도록 간결 명료하게 작성해야 한다. 표는 별도의 페이지에 작성하며 본문에 인용한 순서대로 아라비아 숫자로 'Table 1.'과 같이 표기하고 이어서 제목을 기술한다. 표준 약어 이외의 약어는 하단 주석에서 기술한다(예: EVR, early virologic response; SVR, sustained virologic response.). 표 하단에는 전체적인 내용 설명, 약어 설명, 기호 설명의 순으로 각각 행을 바꾸어 기재한다. 기호 사용 시 *, †, ‡, §, ||, ¶, **, ††, ‡‡의 순으로 하며 이를 설명 하단에 표기한다.

4.6. 그림

각각의 그림은 본문에 포함하지 않고 개별 파일로 해상도가 300dpi 이상인 TIFF 형식으로 제출해야 한다. 화살표 등이 포함된 그림은 화살표의 위치를 확인할 수 있는 파일(TIFF, PPT, DOCX 등)을 원본과 별도로 제출해야 한다. 그림은 본문에 인용된 순서대로 번호 지어지며, 동일번호에서 2개 이상의 그림인 경우, 아라비아숫자 이후에 알파벳 글자를 기입하여 표시한다 (예: Fig. 1A, Fig. 1B). 원칙적으로 같은 그림 번호 안에 서로 다른 환자의 그림을 포함시키지 않는다. 모든 그림은 설명을 포함해야 하며 구나 절이 아닌 하나의 문장형태로 기술한다. 모든 그림은 출판에 적합하도록 편집자가 조정할 수 있다.

4.7. 기타

상기 기술된 사항 이외는 대한복부영상의학회지의 편집위원회에서 결정한다.

5. 논문의 투고 및 투고 전 확인 사항

5.1. 논문의 제출

- 모든 원고는 온라인으로 투고하여야 한다. 주요문서와 그림파일을 제출해야 하며 주요문서는 표지, 내표지, 초록, 색인용어, 원고 전문, 참고문헌, 표, 그림 설명을 포함한다.

5.2. 제출 전 확인사항

- 원고의 파일 형태가 적절하다. (.doc, .docx, tiff)
- 논문제목, 저자, 저자들의 소속기관을 한글과 영문으로 표기한 표지를 독립된 파일로 작성한다
- 문서는 원고의 종류에 따른 규정을 준수하였다. 그림은 각각의 파일로 이루어져 있다.
- 이전에 출판되었던 내용은 재출판에 대한 편집인의 동의서가 준비되었다.
- 모든 저자의 동의서가 준비되었다.

6. 논문의 심사 및 게재

제출된 원고는 편집위원회에서 해당분야 전문가에게 심사를 요청하고 그 결과에 근거하여 게재여부를 결정하며 원고의 수정 및 보완 사항을 저자에게 권고한다.

논문 심사 후 저자는 심사결과에 따라 심사의견서 내의 지적사항을 토대로 논문을 수정 작성해야 한다.

With Safety With Omnihexol

New manufacturing process
Innovation non-ionic
Low osmolar and Contrast agent



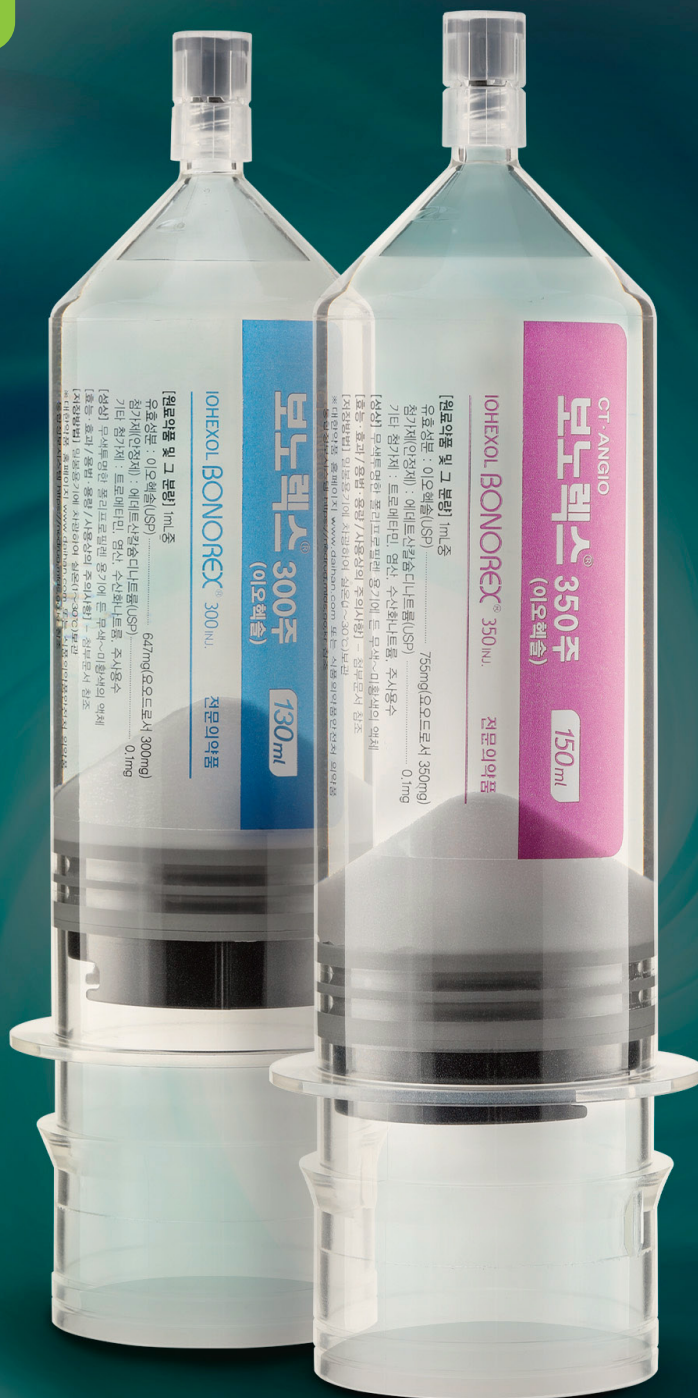
omnihexol[®] Inj.
iohexol 300mg / 350mg

Single use per patient

IOHEXOL BONOREX[®] PFS

Advantages of BONOREX[®] PFS

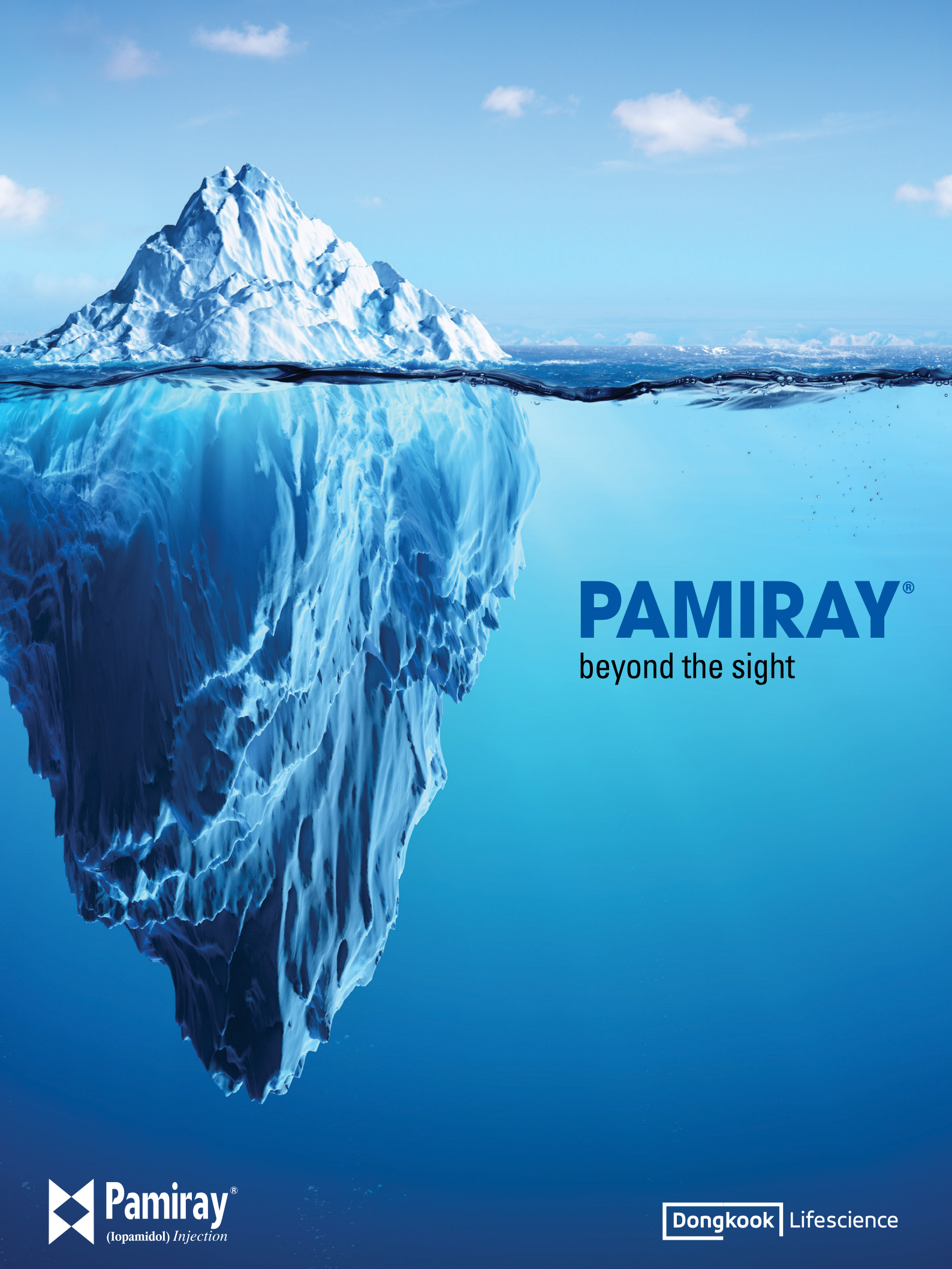
- ✓ Patient safety
- ✓ Time saving
- ✓ Cost efficiency



센트럴메디컬서비스(주)
CENTRAL MEDICAL SERVICE

www.cmscorea.co.kr

Tel. 02-3394-5161 ~ 3 / Fax. 02-3394-5165



PAMIRAY[®]

beyond the sight

There is a Constant On the radiology landscape¹

Over 800 million patients

More than 100 countries

Over 36 years' experience

Over 6,500 published clinical articles

+PLUSPAK™
(polymer bottle)

Efficient storage and disposal
No sharp alloy ring pull
Efficient labeling



imagination at work

OMNIPAQUE™
IOHEXOL

Reference. 1. Data on file, GE Healthcare Ltd.

효능·효과: 척수조영, 혈관조영, 정맥요로조영 (IVP), CT 조영증강, 체강조영 (관절조영, ERP/ERCP, 헤르니아조영, 자궁난관조영, 침샘조영, 소화관조영)
용법·용량: 일반적으로 다른 요오드계 X 선 조영제와 같은 요오드 농도, 용량을 사용하며, 투여 전후에 충분한 수분공급을 합니다. 추천 투여용량은 제품설명서를 참고하시기 바랍니다. **금기:** 1) 이 약 및 이 약의 구성성분, 요오드계 약물에 과민반응 및 그 병력이 있는 환자 2) 중증 갑상샘 질환환자 3) 중증 국소감염 또는 균혈증과 같은 전신감염이 있는 환자에 대한 척수조영 **신중투여:** 1) ① 극도의 전신 쇠약 환자 ② 기관지천식 환자 ③ 중증 심강애 환자 ④ 중증 간장애 환자 ⑤ 중증 신장애 환자 ⑥ 급성 췌장염 환자 ⑦ 마크로글로불린혈증 환자 ⑧ 다발성골수종 등의 형질세포질환 환자 ⑨ 강직증 환자 ⑩ 갈색세포종 환자 및 질환 의심자 2) 본인 또는 가족이 기관지 천식, 발진, 두드러기 등의 알레르기 반응을 일으키기 쉬운 체질인 환자 3) 약물 과민반응의 병력이 있는 환자 4) 탈수 증상이 있는 환자 5) 고혈압 환자
※본 제품에 대한 자세한 내용은 제품 설명서를 참고하십시오

서울특별시 중구 한강대로 416 서울스퀘어 15층

Tel: 02-6201-3700 Fax: 02-6201-3801

© 2018 General Electric Company -

All rights reserved. Omnipaque is a trademark of GE Healthcare Limited*

Bracco
The contrast imaging specialists



Portfolio



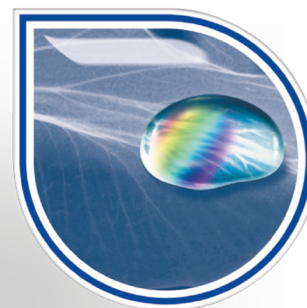
Services



Science



The Premium Iodine Concentration Matters



References: 1) Cademartiri F et al. High iodine concentration contrast material for noninvasive multislice computed tomography Coronary Angiography: Iopromide 370 Versus Iomeprol 400. *Inv. Radiol.* 2006;41(3): 349-353. 2) Schoellnast H et al. MDCT angiography of the pulmonary arteries: influence of iodine flow concentration on vessel attenuation and visualization. *AJR.* 2005;184:1935-1939. 3) Marchiano A et al. Does iodine concentration affect the diagnostic efficacy of biphasic spiral CT in patients with hepatocellular carcinoma? *Abdom Imaging.* 2005;30(3):274-80. 4) Hammerstingl et al. in "Multidetector-Row Computed Tomography". Springer 2005. Pag. 49-60. 5) Fenchel S et al. Effect of iodine concentration of contrast media on contrast enhancement in multislice CT of the pancreas. *Br J Radiol.* 2004;77(922):821-30. 6) Romano L et al. Enhancement and safety of Iomeprol-400 and Iodixanol-320 in patients undergoing abdominal multidetector CT. *BJR.* 2008 Dec. 8 (e-pub ahead of print).

Please see full Prescribing Information. Before use, please consult the locally approved Summary of Product Characteristics, which will be made available upon request.

Shinsung bldg. 732-27 Yeoksam-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-514. Korea, Tel. 82 02 2222 3500, Fax. 82 02 2222 3550

www.bracco.com

Committed to Science,
Committed to You.™

