Article published online: 2023-02-01

LI-RADS leicht gemacht

LI-RADS Made Easy

Autorinnen/Autoren
Wolfgang Schima, Helmut Kopf, Edith Eisenhuber

Institute
Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Göttlicher Heiland Krankenhaus, Barmherzige Schwestern Krankenhaus, and Sankt Josef Krankenhaus, Vinzenzgruppe, Wien, Austria

Key words
CT, liver, MR-imaging, HCC, LI-RADS

eingereicht 31.01.2022
akzeptiert 23.11.2022
online publiziert 01.02.2023

Bibliografie
Fortschr Röntgenstr 2023; 195: 486–494
DOI 10.1055/a-1990-5924
ISSN 1438-9029
© 2023. Thieme. All rights reserved.
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse
Prof. Wolfgang Schima
Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Krankenhaus Göttlicher Heiland GmbH,
Dornbacher Strasse 20–30, 1170 Wien, Austria
Tel.: +43/1/4 00 88 70 12
Fax: +43/1/4 00 88 70 98
wolfgang.schima@khgh.at

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Das Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) v2018 gibt einen Rahmen für die standardisierte Interpretation von MDCT- und MRT-Untersuchungen von Patienten mit erhöhtem Risiko für das Vorliegen eines hepatozellulären Karzinoms (HCC) vor.

Material und Methode Herdbefunden in der Leber („Observations“ genannt) werden Befundkategorien (LR-1 bis LR-5, LR-M, LR-TIV, LR-TR) zugeordnet, welche die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines HCC oder eines anderen malignen Tumors reflektieren. Die Kategorien basieren auf sogenannten „Major Features“ (Hauptkriterien) und „Ancillary Features“ (Hilfskriterien), welche von einer Task Force des American College of Radiology (ACR) 2011 entwickelt, in mehreren Auflagen immer wieder angepasst (derzeit aktuell v2018) und in vielen Studien validiert wurden.

Ergebnisse Diese Übersichtsarbeit gibt einen Überblick über die bildgebenden Zeichen in CT und MRT, welche für die Beurteilung eines Herdbefundes relevant sind. Die Anwendung des Algorithmus wird Schritt für Schritt erklärt, um zu einer zuverlässigen und nachvollziehbaren Beurteilung von Herdbefunden zu gelangen. Die Wertigkeit der „Ancillary Features“ (Hilfskriterien) in der Modifikation der Befundkategorien wird gezeigt. Die bildgebenden Charakteristika der Herdbefunde in verschiedenen Modalitäten (MDCT, MRT mit nicht spezifischen Gadolinium-Chelaten oder leberspezifischem Kontrastmittel) werden demonstriert.

Schlussfolgerung Die Verwendung von LI-RADS zur Befundung von CT und MRT bei Patienten mit erhöhtem HCC-Risiko ermöglicht die nachvollziehbare Kategorisierung von Herdbefunden mit geringer Inter-Reader-Variabilität. Das gemeinsame Wissen um LI-RADS und die klinische Bedeutung der Befundkategorien erleichtern die Kommunikation zwischen Radiologen und Hepatologen, Onkologen, Pathologen und Chirurgen. Das Patientenmanagement wird dadurch verbessert.

Kernaussagen:

- LI-RADS wurde entwickelt, um die Diagnose fokaler Leberveränderungen in Patienten mit hohem HCC-Risiko zu verbessern und die Befundung zu standardisieren.
- CT/MRT LI-RADS definiert „Hauptkriterien“ und „Hilfskriterien“, um „Observationen“ (fokale Herde) entsprechend dem Malignitätsrisiko zu klassifizieren.
- Die LI-RADS-Terminologie standardisiert die Kommunikation zwischen Radiologen und Hepatologen/Onkologen/Chirurgen.

Zitierweise

- Schima W, Kopf H, Eisenhuber E. LI-RADS made Easy. Fortschr Röntgenstr 2023; 195: 486–494

ABSTRACT

Purpose The Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS v2018) standardizes the interpretation and reporting of MDCT and MRI examinations in patients at risk for hepatocellular carcinoma (HCC).

Materials and Methods For focal liver lesions (called “observations”) it assigns categories (LR-1 to 5, LR-M, LR-TIV, LR-TR), which reflect the probability of benignity or malignancy (HCC or other non-HCC malignancies) of the respective observation. The categories assigned are based on major and ancillary image features, which have been developed by the American College of Radiology (ACR), revised several times (now v2018), and validated in many studies. The value of ancillary

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.

features to modify LI-RADS categories assigned to observations based on major features is shown.

Results This review summarizes the relevant CT and MRI features and presents a step-by-step approach for readers not familiar with LI-RADS on how to use the system. Relevant imaging features and the value of different modalities (contrast-enhanced CT, MRI with extracellular gadolinium chelates or liver-specific contrast agents) is explained.

Conclusion The widespread adoption of LI-RADS for CT/MRI reporting in high-risk patients would help to reduce inter-reader variability. It could improve communication between radiologists, oncologists, hepatologists, pathologists, and liver surgeons, and lead to better patient management.

Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden große Fortschritte bei der multimodalen Behandlung von hepatozellulären Karzinomen (HCC) erzielt [1]. Allerdings war die Interpretation und Befundung der bildgebenden Untersuchungen wenig standardisiert. Mehrere wissenschaftliche Gesellschaften haben daher Guidelines für die Durchführung von CT/MRT-Untersuchungen bei Patienten mit chronischen Lebererkrankungen und die Interpretation entwickelt [2, 3]. Das Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) wurde von einem Expertengremium des American College of Radiology (ACR) erstellt, 2011 erstmals publiziert und seitdem mehreren evidenzbasierten Revisionen unterzogen [4]. Der Sinn von LI-RADS ist es, die Durchführung von US-, kontrastmittelverstärkten US(CEUS)-, CT und MRT-Untersuchungen, die Interpretation der bildgebenden Features sowie die Befundung zu standardisieren. Publiziert wurden bisher Guidelines Ultrasound (US) LI-RADS v2017, CEUS LI-RADS v2017 und die Guideline CT/MRI LI-RADS v2018. Mit der Anwendung von CT/MRI LI-RADS v2018 im radiologischen Alltag beschäftigt sich die folgende Übersichtsarbeit.

Untersuchungstechnik

Für eine CT-Untersuchung wird ein Multidetektor-CT-Gerät (MDCT) mit ≥ 8 Detektorzeilen gefordert, als dynamische kontrastmittelverstärkte Untersuchung in arterieller, portal-venöser und Spätphase. In LI-RADS werden keine näheren Angaben zu KM-Menge, KM-Flussrate und Scanverzögerung gemacht, sondern es wird diesbezüglich auf die aktuelle Literatur verwiesen. Eine native CT-Serie wird für den Fall einer vorangegangenen loko-regionären Behandlung empfohlen.

Für eine MRT-Untersuchung wird eine Feldstärke von 1,5 T oder 3,0 T empfohlen. Gefordert werden native T1-gew. Gradientenecho (GRE)-Bilder In-Phase und Opposed-Phase und T2-gew. Sequenzen mit oder ohne Fettsuppression. Nach Applikation von extrazellulären Gadolinium-Chelaten sollten dynamische Sequenzen in der (spät-)arteriellen, portal-venösen und Spätphase durchgeführt werden. Die Anwendung von Subtraktion-Algorithmen zur Kontrastverbesserung der Gadolinium-verstärkten Sequenzen wird empfohlen, ebenso eine diffusionsgewichtete Sequenz und multiplanare Bildgebung. Nach Applikation von leberspezifischem KM (Gadoxetic Acid, Primovist, Bayer Healthcare oder Gadobenate Dimeglumine, MultiHance, Bracco) sind Sequenzen in der hepato-biliären Phase durchzuführen (evtl. mit einem größeren Flipwinkel als in den GRE-Sequenzen der dynamischen Phase, um den T1-Kontrast zu verstärken).

Bei welchen Patienten darf man Herdbefunde („Observationen“) nach LI-RADS klassifizieren?

Prinzipiell ist LI-RADS indiziert bei PatientInnen ≥ 18 Jahre, welche an einer Leberzirrhose oder einer chronischen Hepatitis B-Infektion leiden. Angewendet wird es auch bei PatientInnen mit gesichertem HCC oder nach Behandlung eines HCC. Nicht angewendet werden darf es bei Zirrhose aufgrund von Gefäßerkrankungen (z. B. Budd-Chiari-Syndrom, Hereditäre Hämorrhagische Teleangiektasie, kardialer Stauung, etc.). Fokale Leberläsionen in Patienten ohne einen der oben beschriebenen Risikofaktoren sind ebenfalls nicht nach LI-RADS zu beurteilen.

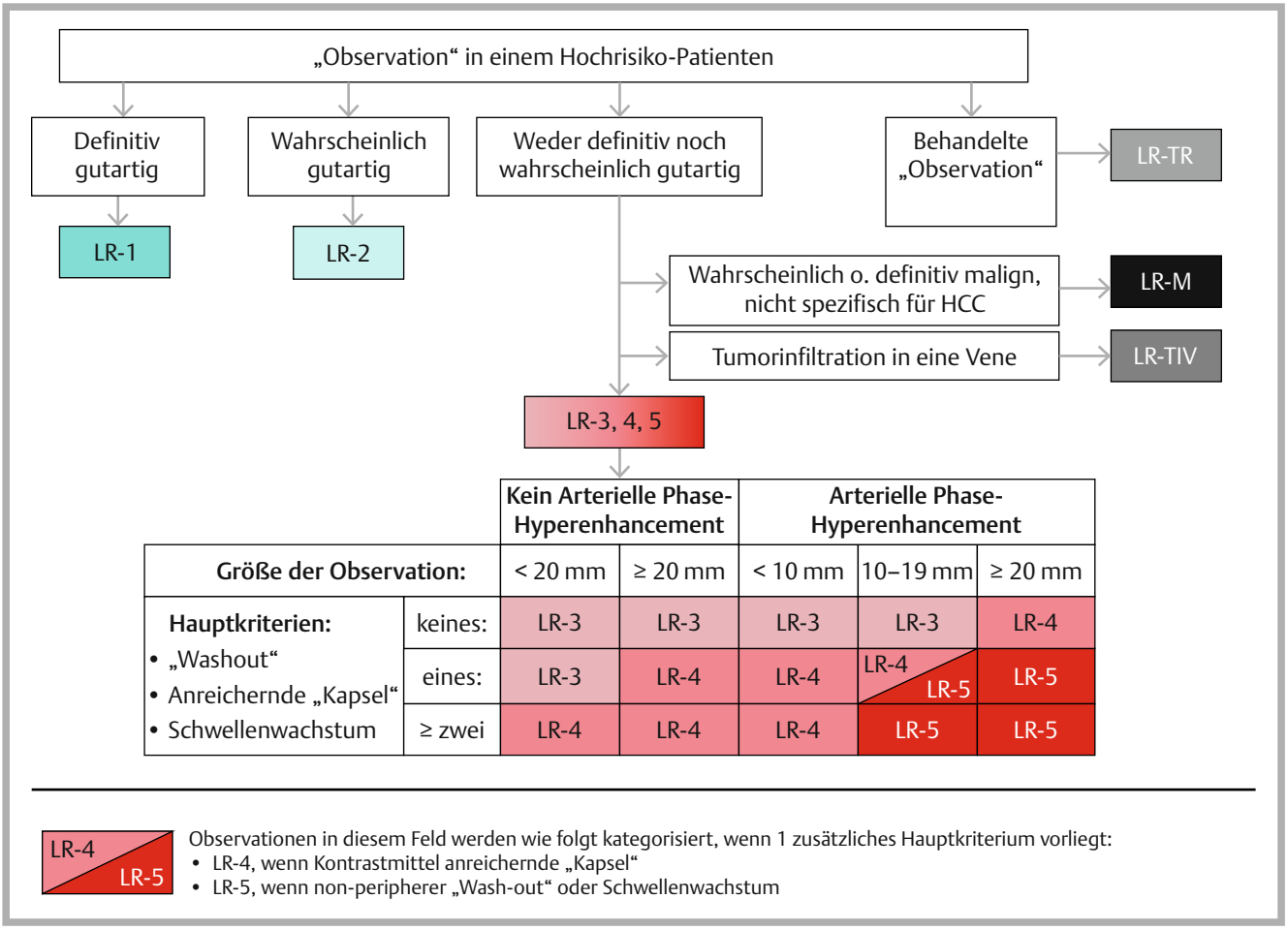
Wie soll man Herdbefunde in LI-RADS klassifizieren?

Alle hepatalen Herdbefunde („Observation“ genannt) werden in LI-RADS kategorisiert, als LR-1 (definitiv benigne) bis LR-5 (definitiv HCC), LR-M (wahrscheinlich oder definitiv maligne, nicht spezifisch für ein HCC), als LR-TIV (Tumorinfiltration in die Vene) oder LR-TR („Treated Observation“, behandeltes HCC). Die Hauptkriterien im Diagnosealgorithmus (▶ **Abb. 1**) dienen dazu, Tumore mit mittlerer bis hoher Wahrscheinlichkeit für ein HCC (LR-3 bis LR-5) zu unterscheiden. Dazu sind verschiedene Hilfskriterien („Ancillary Features“) definiert, welche Benignität oder Malignität (allgemein Malignom-suspekt oder spezifisch für HCC) favorisieren. Bei Vorhandensein von Hilfskriterien wird der Herdbefund um eine Kategorie hinauf oder hinunter gestuft (z. B. von LR-3 zu LR-4). Allerdings darf aufgrund des Vorliegens von Hilfskriterien ein Herdbefund nicht zu LR-5 hinaufgestuft werden.

Es sind insgesamt 4 Schritte zu absolvieren, um einen Herdbefund zu klassifizieren:

1. Anwendung des LI-RAD-Algorithmus (▶ **Abb. 1**) mit Anwendung der Hauptkriterien (für alle Herdbefunde, welche nicht als LR-1, LR-2, LR-M oder LR-TIV kategorisiert wurden).
2. Anwendung der Hilfskriterien, welche Benignität oder Malignität (allgemein oder speziell HCC) favorisieren.
3. Anwendung der „Tie-breaking Rule“: Bei Unsicherheit bezüglich der Zuordnung zu einer Kategorie ist die Kategorie mit der geringeren Bestimmtheit zu wählen (d. h. LR-2 statt LR-1, LR-4 statt LR-5).
4. „Final Check“: Eine kurze Abschlussprüfung, ob die Zuordnung des Herdbefundes zu einer bestimmten Kategorie Sinn macht und nachvollziehbar ist.

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.

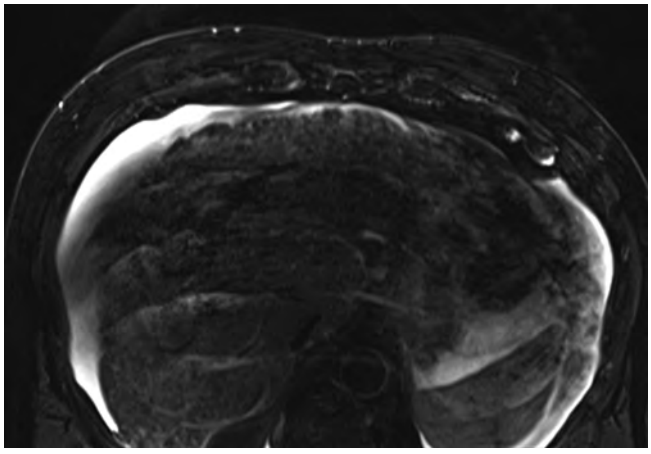


▶ **Abb. 1** Der diagnostische Algorithmus und die Hauptkriterien („Major Criteria“) zur Kategorisierung von LR-3- bis LR-5-Herdbefunden (Daten aus [4]).

Schritt 1: Anwendung des diagnostischen Algorithmus und der Hauptkriterien

Der diagnostische Algorithmus wird dazu angewendet, um einen Herdbefund („Observation“) primär einer Kategorie zuzuordnen (▶ **Abb. 1**), nachdem nicht beurteilbare Bilddatensätze bzw. partiell fehlende Bilddatensätze ausgesondert wurden (= LR-NC, not categorizable) (▶ **Abb. 2**). Herdbefunde, welche als definitiv oder wahrscheinlich gutartig eingeschätzt werden, werden den Kategorien LR-1 und LR-2 zugeordnet. Wenn ein eindeutiger Tumor in einer Vene (Pfortader/-ast oder Lebervene) nachgewiesen wird, dann erfolgt die Klassifikation als LR-TIV. Herdbefunde, die als sicher oder wahrscheinlich maligne, jedoch nicht spezifisch für ein HCC eingeschätzt werden, werden als LR-M eingestuft. Alle Herdbefunde nach Lokaltherapie eines HCC fallen in die Kategorie LR-TR.

Alle anderen Herdbefunde, die mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit als HCC eingeschätzt werden, sind als LR-3 bis LR-5 zu klassifizieren, wobei zur Differenzierung die Hauptkriterien („Major Criteria“) zur Anwendung kommen (▶ **Abb. 1**). Die primäre Unterscheidung besteht darin, ob ein Herdbefund das Hauptkriterium arterielle Phase-Hyperenhancement (APHE) aufweist. Ein unregelmäßiges Randenhancement erfüllt nicht dieses Kriterium, da es wesentlich häufiger beim cholangiozellulären Karzinom



▶ **Abb. 2** LR-NC (not categorizable): Die T2-gew. TSE-Sequenz zeigt erhebliche Artefakte, die eine verlässliche Beurteilung verunmöglichen.

(CCC) zu beobachten ist. Danach erfolgt die Kategorisierung entsprechend der Größe des Herdes (< 10 mm, 10–19 mm, ≥ 20 mm). Die Zuordnung zu den Kategorien L-3 bis L-5 erfolgt

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.

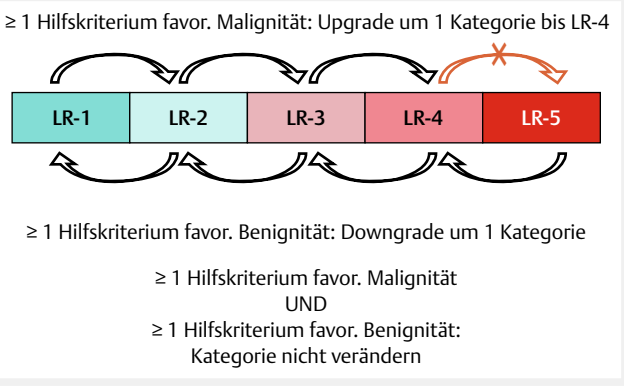
▶ **Tab. 1** Hilfskriterien, die für Malignität oder Benignität sprechen [4].

Für Malignität im Allgemeinen, nicht spezifisch für HCC	Für Benignität
▪ Darstellbarkeit im US als umschriebener Knoten	▪ Größenstabilität > 2 Jahre
▪ Eindeutiges Wachstum (aber geringer als Schwellenwachstum)	▪ Größenabnahme
▪ Eingeschränkte Diffusion	▪ KM-Anreicherung simultan zu Blutgefäßen
▪ Geringe-mäßige Hyperintensität in T2	▪ Gefäße nicht verlagert, deformiert
▪ Corona-Anreicherung	▪ Höheres Eisensignal in Knoten als im umgebenden Parenchym
▪ Fettarmut/-freiheit in solidem Knoten	▪ Ausgeprägte Hyperintensität in T2
▪ Fehlender Eisennachweis in solidem Knoten	▪ Isointensität in hepatobiliärer Phase
▪ Hypointensität in Transitionalphase	
▪ Hypointensität in hepatobiliärer Phase	
Für HCC im Besonderen	
▪ Nichtanreichernde „Kapsel“	
▪ Knoten im Knoten	
▪ Mosaikarchitektur	
▪ Blutabbauprodukte im Knoten	
▪ Fettnachweis im Knoten, mehr als im umgebenden Parenchym	

entsprechend dem Vorhandensein bzw. Abwesenheit der 3 übrigen Hauptkriterien, einer kontrastmittelanreichernden Kapsel, einem Kontrastmittel-Wash-Out (= Hypodensität/Hypointensität in der portal-venösen Phase in CT/MRT und/oder in der Spätphase nach extrazellulärem Gadolinium-Kontrastmittel). Ein Hauptkriterium ist auch das Vorliegen eines Schwellenwachstums (≥ 50 % Größenwachstum einer Läsion in ≤ 6 Monaten).

Schritt 2: Anwendung der Hilfskriterien („Ancillary Features“)

In der klinischen Praxis neigt der Befunder aufgrund des Vorhandenseins von verschiedenen weiteren bildgebenden Zeichen im CT oder MRT mehr oder weniger zu einer benignen oder malignen Diagnose. In LI-RADS wurden diese Hilfskriterien definiert. Ihre Anwendung ist optional: Sie kann zur Adjustierung (Upgrade oder Downgrade) der Kategorie nach Anwendung der Hauptkriterien genutzt werden und soll die Konfidenz des Befunders erhöhen. Die Anwendung der Hilfskriterien ist formalisiert. Es gibt solche, die eine maligne Diagnose generell favorisieren, Hilfskriterien, die für HCC spezifisch sind und auch Hilfskriterien, die eine benigne Diagnose favorisieren (▶ **Tab. 1**). Diese Merkmale werden zur Kategorie-Anpassung im Sinne eines Upgradings oder Downgradings wie folgt angewendet (▶ **Abb. 3**): Bei Vorhandensein von ≥ 1 Merkmal, welches für Malignität generell oder HCC spricht, Upgrading um eine Kategorie bis LR-4. Allerdings darf aufgrund des Vorliegens von Hilfskriterien nicht von LR-4 zu LR-5 hinaufgestuft werden (▶ **Abb. 3**). Bei Vorhandensein von ≥ 1 Merkmal, welches für Benignität spricht, erfolgt Downgrading um eine Kategorie. Falls sowohl Hilfskriterien vorhanden sind, die für Malignität als auch für Benignität sprechen, erfolgt keine Kategorie-Anpassung.



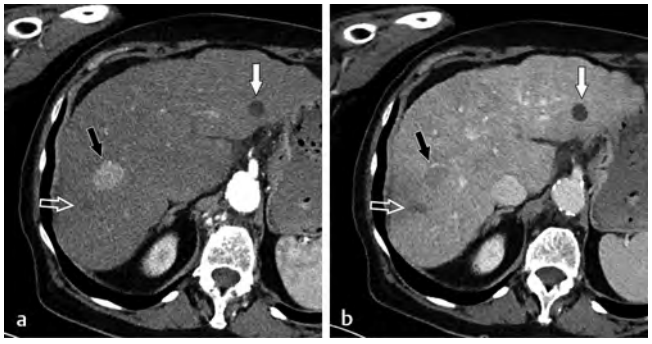
▶ **Abb. 3** Anwendung der Hilfskriterien („Ancillary Features“) zur Rekategorisierung von Herdbefunden: die Regeln für Upgrading und Downgrading (Daten aus [4]).

Schritt 3: Anwendung der „Tie-breaking Rule“

Falls beim Befunder Zweifel bezüglich der Zuordnung zu einer Kategorie bestehen, sollte diejenige mit dem geringeren Gewissheitsniveau gewählt werden:

- Geringere Gewissheit für Benignität: statt LR-1 wird LR-2, statt LR-2 wird LR-3 gewählt.
- Niedrigere Gewissheit für Malignität: statt LR-5 wird LR-4, statt LR-4 wird LR-3 gewählt.
- Niedrige Gewissheit für hepatozellulären Ursprung eines malignen Herdes: Statt LR-4 oder LR-5 wird LR-M gewählt.
- Bei Unsicherheit bezüglich des Vorliegens eines Tumors in einer Vene: keine Kategorisierung als LR-TIV

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.



▶ **Abb. 4** 3 Herdbefunde: LR-1, LR-3 und LR-5. Die kontrastmittelverstärkte MDCT in **a** arteriellen und **b** portal-venösen Phase zeigt eine eindeutige, glatt begrenzte Zyste (weißer Pfeil) im linken Leberlappen (LR-1). Im rechten Leberlappen zeigt sich ein in der arteriellen Phase hypervaskularisierter Herd mit portal-venösem Wash-Out (schwarzer Pfeil), einem HCC entsprechend (LR-5). Dorsal davon ein weiterer, 12 mm großer Herd ohne arterielle Hypervaskularisierung, mit Wash-Out in der portal-venösen Phase (offener weißer Pfeil). Dieser ist entsprechend dem Algorithmus im CT als LR-3 zu klassifizieren.

Schritt 4: Finaler Check

Zum Abschluss sollte der Befunder hinterfragen, ob die aufgrund der Schritte 1–3 zugeordnete Kategorie vernünftig und angebracht erscheint. Wenn die Antwort „nein" lautet, sollte eine Reevaluierung des Herdbefundes erfolgen.

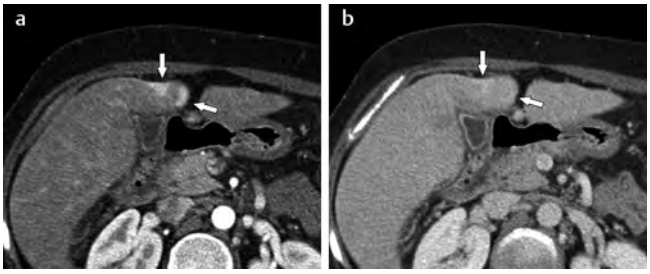
LI-RADS-Kategorien

LR-1

Ein Herdbefund wird als LR-1 kategorisiert, wenn er als definitiv benigne eingeschätzt wird (▶ **Abb. 4**). Beispiele dafür sind Zysten, eindeutige Hämangiome oder Transient Hepatic Attenuation Differences (THADs; arterio-portale Shunts), fokale Steatosen oder Non-Steatosen, eine konfluierende Fibrose, etc. Die Diagnose lässt sich entweder aufgrund eindeutiger bildgebender Kriterien oder durch den Vergleich mit Voruntersuchungen stellen.

LR-2

Wahrscheinlich (aber nicht definitiv) benigne Herdbefunde werden als LR-2 kategorisiert. Die oben beschriebenen Diagnosen (Zysten, Hämangiome, THAD, fokale Steatosen, etc.) werden, sofern nicht eindeutige Sicherheit besteht, als LR-2 kategorisiert (▶ **Abb. 5**). Dazu kommen auch umschriebene Regeneratknoten, welche sich hinsichtlich Dichte/Signalintensität und Kontrastmittelaufnahme vom umgebenden Parenchym nicht unterscheiden. Im LI-RADS v2018 wird in der Kategorie LR-2 die Prävalenz von HCC mit 16 % und von Malignomen generell mit 18 % angenommen [4], wobei in einem einschränkenden Kommentar vermerkt ist, dass diese Zahlen aufgrund eines Selektionsbias (nur histologisch verifizierte Herde) vermutlich überschätzt wären. 2 rezente Studien konnten zeigen, dass LR-2-Herdbefunde in nur 0–2 % eine Progression zu einer malignen Diagnose aufwiesen [5, 6].



▶ **Abb. 5** LR-2. Die kontrastmittelverstärkte MDCT in **a** arteriellen und **b** portal-venösen Phase zeigen im Segment 4 periphere, zum Teil dreieckige, hypervaskularisierte Areale (Pfeile), die in der portal-venösen Phase praktisch isodens sind, aufgrund der Form und Lage wahrscheinlich arterio-portalen Shunts (= Transient Hepatic Attenuation Differences, THADs) entsprechend (LR-2). Kein Wachstum während der Verlaufskontrolle.

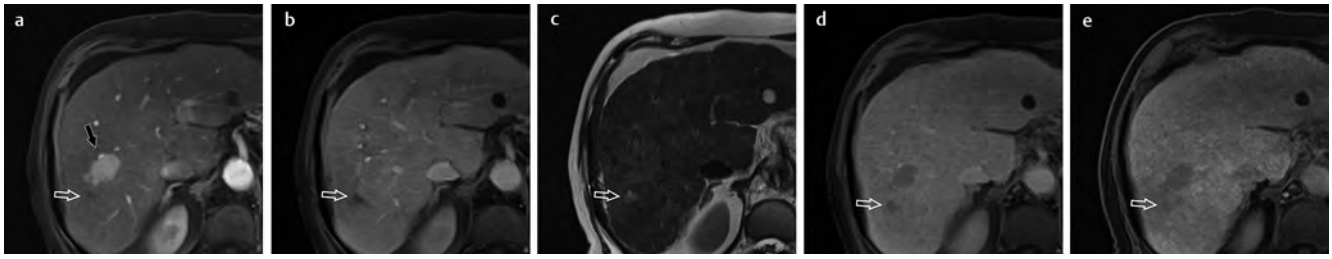
LR-3–5

Die Zuordnung zu den Kategorien LR-3 bis LR-5 erfolgt anhand von Größe sowie dem Vorhandensein bzw. Abwesenheit von Hyperenhancement in der arteriellen Phase (APHE), Wash-Out in der portalvenösen und/oder Spätphase (in der kontrastmittelverstärkten CT oder MRT mit extrazellulärem KM), einer kontrastmittelaufnehmenden Pseudokapsel und dem Vorliegen von Schwellenwachstum (▶ **Abb. 4**). Nach der entsprechenden vorläufigen Kategorisierung werden die Nebenkriterien, soweit vorhanden, zum Upgrading oder Downgrading für die finale Kategorisierung herangezogen (▶ **Abb. 6**). Die häufigste Ursache für eine LR-3 Klassifizierung ist eine hypervaskularisierte Pseudoläsion [7]. 2 retrospektive Studien konnten zeigen, dass LR-3-Herdbefunde in 9 % in der Verlaufskontrolle als LR-4 oder LR-5 reklassifiziert werden müssen [5] oder in 7 % bei der 6-Monats-Verlaufskontrolle als maligne diagnostiziert wurden [3]. In einer rezenten Studie [8] kam es bei 212 Patienten mit einem LR-3-Herdbefund in immerhin 25 % zu einer Progression zu LR-5 während der Verlaufskontrolle (Beobachtungszeitraum 1 Monat – 3,6 Jahre). Es fand sich kein Unterschied zwischen CT und MRT hinsichtlich der Progressionswahrscheinlichkeit von LR-3 zu LR-5. Ein Herd, der als LR-4 klassifiziert wird (▶ **Abb. 7**), sollte einer weiteren Abklärung zugeführt werden, bei der Kategorisierung LR-5 ist aufgrund der sehr hohen Spezifität von der Diagnose HCC auszugehen, es kann ohne histologische Abklärung therapiert werden (▶ **Abb. 8**).

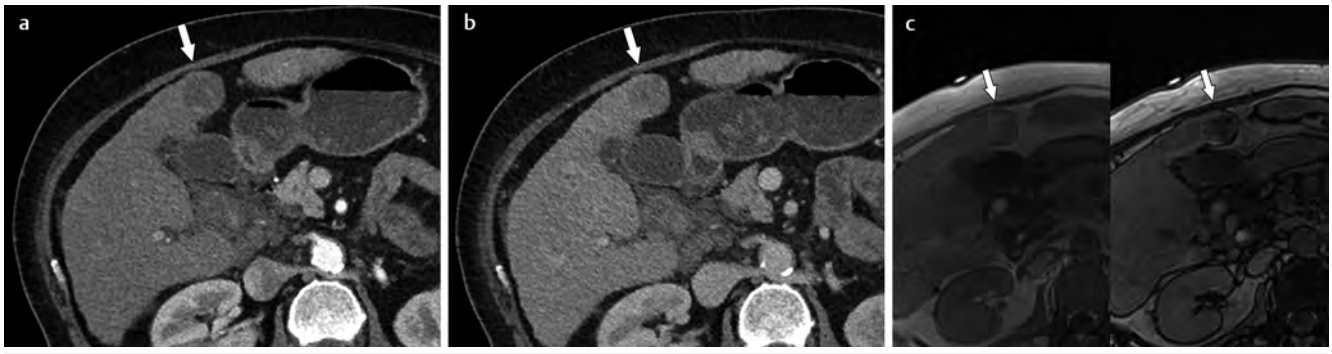
LR-TIV

Die Kategorie LR-TIV (tumor in vein) wird vergeben, wenn eine eindeutige Kontrastmittelanreicherung von Weichteilgewebe in einer Vene (Pfortader/-ast oder Lebervene) nachweisbar ist, ungeachtet der Tatsache, ob eine intraparenchymatöse Raumforderung nachweisbar ist (▶ **Abb. 9**). Weitere bildgebende Zeichen, die auf eine Tumorinfiltration in die Vene deuten, aber nicht beweisend sind: (1) Verschlossene Vene mit unscharfer Gefäßwand. (2) Verschlossene Vene mit eingeschränkter Diffusion. (3) Verschlossene oder unscharf begrenzte Vene in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer malignen parenchymatösen Läsion. (4) Heterogene Kontrastmittelanreicherung in einer Vene (die nicht einem Flussartefakt entspricht).

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.



▶ **Abb. 6** Upgrade eines LR-3-Herdbefundes zu LR-4 aufgrund der Hilfskriterien in der MRT (gleicher Patient wie in ▶ **Abb. 4**). Der Herdbefund (offener Pfeil) dorsal des HCC (schwarzer Pfeil) ist **a** in der arteriellen und **b** portal-venösen Phase hypointens. Hilfskriterien, die für Malignität sprechen, sind **c** Hyperintensität in der T2-gew. TSE-Sequenz sowie Hypointensität in der **d** Transitionalphase und **e** hepatobiliären Phase nach Gadoxetic Acid (▶ **Tab. 1**).



▶ **Abb. 7** LR-4: Wahrscheinliche Diagnose HCC. In der **a** arteriellen und **b** portalvenösen CT-Phase ein 2,7 cm großer hypovaskularisierter Herd (Pfeil), entsprechend LR-4 nach dem Algorithmus. **c** Die MRT In-Phase (links) und Opposed-Phase (rechts) zeigt das Hilfskriterium Fett-typischer Signalabfall (Pfeil). Allerdings gibt es kein Upgrade von LR-4 zu LR-5 durch Hilfskriterien. Es bleibt bei der finalen Beurteilung LR-4. Die Biopsie ergab ein HCC.

Es sollte im Befundbericht auch eine ätiologische Zuordnung hinsichtlich der Tumorentität getroffen werden. Eine Observation LR-TIV in Nachbarschaft zu einer Target-Läsion wäre als „LR-TIV, wahrscheinlich Nicht-HCC-Malignom“ zu klassifizieren. Bei einer Observation in Kontakt zu einem LR-5-Herdbefund ist eine Kategorisierung als „LR-TIV, definitiv HCC“ angebracht, in allen anderen Fällen eine Kategorisierung als „LR-TIV, wahrscheinlich HCC“. Diese Revision von LI-RADS (gegenüber den Versionen Li-RADS v2013 und v2014) wurde notwendig, da nachgewiesen werden konnte, dass auch bei Nicht-HCC-Malignomen (intrahepatischen Cholangiokarzinomen, kombinierten Hepato-Cholangiokarzinomen oder Metastasten) makroskopische Tumorinfiltration in Venen zu beobachten ist [9, 10]. Diese Unterscheidung ist deshalb von Bedeutung, da die Behandlungsstrategien dieser verschiedenen Tumore naturgemäß differieren.

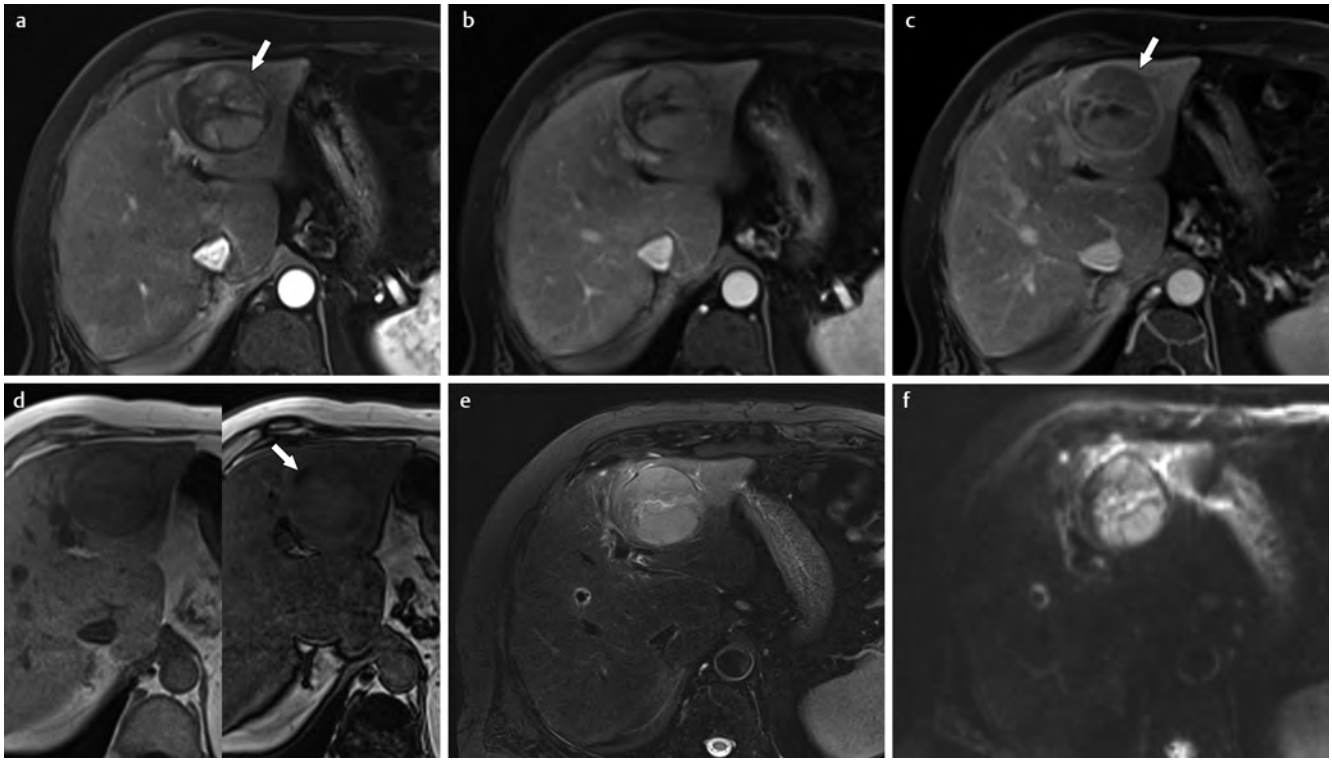
LR-M

Herdbefunde, die definitiv oder wahrscheinlich maligne sind, deren Morphologie jedoch nicht spezifisch für ein HCC ist, werden als LR-M klassifiziert. Bildgebende Kriterien sind entweder eine zielscheibenartige Morphologie („targetoid appearance“) oder eine nicht zielscheibenartige Läsion mit infiltrativem Erscheinungsbild, Zeichen einer ausgeprägten Nekrose oder einer deutlichen Diffusionseinschränkung (▶ **Abb. 10**). Diese Morphologie findet sich häufig bei cholangiozellulären Karzinomen, kombinierten Hepato-Cholangiokarzinomen und anderen (z. B. Metastasen, Lymphome). Seltene benigne Differenzialdiagnosen sind sklerosierte Hämangiome oder Abszesse. In 54,1 % von Hepato-Cholangiokarzinomen würde die ausschließliche Verwendung der LI-RADS-Hauptkriterien zur Diagnose HCC führen. Allerdings zeigt sich in der ganz überwiegenden Mehrzahl dieser Patienten (88,5 %) das Vorliegen von zumindest einem Hilfskriterium, welches die Diagnose eines Non-HCC-Malignoms favorisiert (z. B. arterielles Randenhancement, progressives zentrales Enhancement in der Spätphase, peripherer Wash-Out, Retraktion der Leberkapsel) [11]. Dies unterstreicht die Bedeutung der LI-RADS-Hilfskriterien in der Differenzierung von HCC und Nicht-HCC-Malignomen.

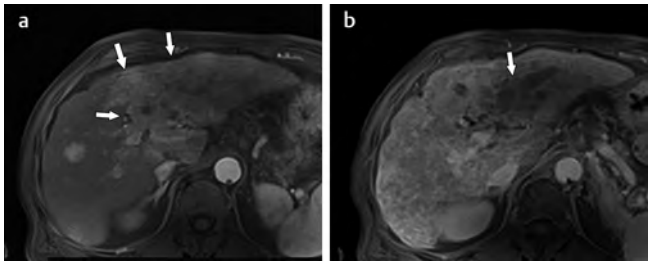
LR-TR

Nach loko-regionärer Therapie (Resektion, Ablation, Embolisation) werden Herde als Treatment Response (TR) kategorisiert. Es gibt die folgenden Subkategorien: nonviable (avital), equivocal (unklar), viable (vital) und nonevaluable (nicht beurteilbar). Die Kategorie LR-TR nonviable wird vergeben, wenn sich entweder kein Enhancement findet oder ein Enhancement, das in zeitlichem Verlauf und Morphologie nach der Therapie zu erwarten ist. Falls nach Therapie ein noduläres, „Mass-like“ oder irreguläres Randsaumenhancement in der arteriellen Phase (mit oder ohne Wash-Out in der portal-venösen Phase) zu finden ist, wird als LR-TR viable klassifiziert (▶ **Abb. 11**). Das Enhancement-Verhalten in der Frühphase nach Therapie ist oft nicht eindeutig und wird dann

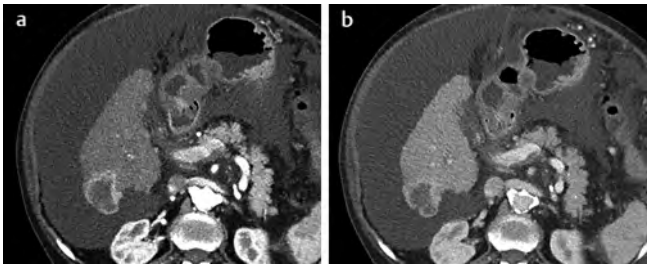
This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.



▶ **Abb. 8** LR-5: Sichere Diagnose HCC. Die dynamische Gadolinium-verstärkte MRT in der **a** arteriellen, **b** portal-venösen und **c** Spätphase zeigen einen **a** arteriell hyperenhancenden (APHE) Herd mit **c** Wash-Out in der Spätphase und einer kontrastmittelaufnehmenden Pseudokapsel (Pfeile). Vorhandene Hilfskriterien (die im konkreten Fall nichts an der Kategorisierung ändern) sind **d** in der T1-gew. In-Phase (links) und Opposed-Phase (rechts) der Signalabfall (Pfeil) als Fettnachweis (spezifisch für HCC), **e** die Hyperintensität in der T2-gew. Sequenz und **f** die Diffusionsrestriktion (allgemein für Malignität).



▶ **Abb. 9** LR-TIV (tumor in vein). Die kontrastmittelverstärkte MRT **a** in der arteriellen Phase zeigt einen diffus wachsenden hypervaskularisierten Tumor im linken Leberlappen (Pfeile), die linke Pfortader zeigt gleiches Enhancement. **b** In der portal-venösen Phase deutlicher Wash-Out des Tumors in der Pfortader. Kategorie: LR-TIV, definitiv HCC.



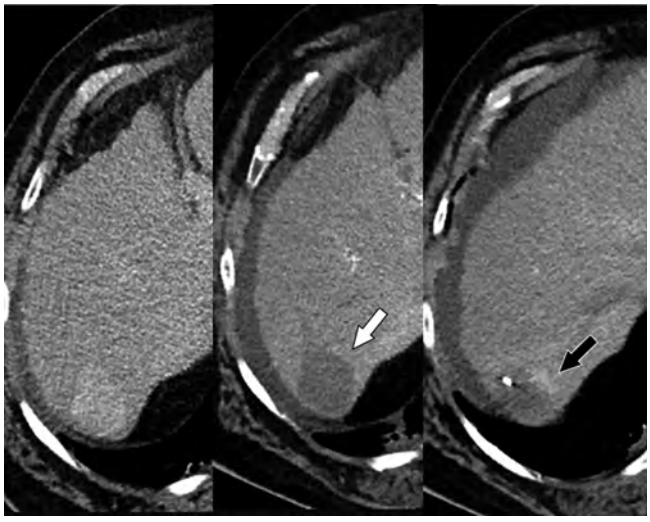
▶ **Abb. 10** LR-M (malignant). Die MDCT in der **a** arteriellen und **b** portal-venösen Phase demonstrieren einen Tumor mit irregulärem Randenhancement und zentraler Nekrose, untypisch für HCC. Die Biopsie ergab ein CCC.

als LR-TR equivocal bezeichnet (▶ **Abb. 12**). LR-TR nonevaluable wird bei nicht diagnostischen Untersuchungen vergeben.

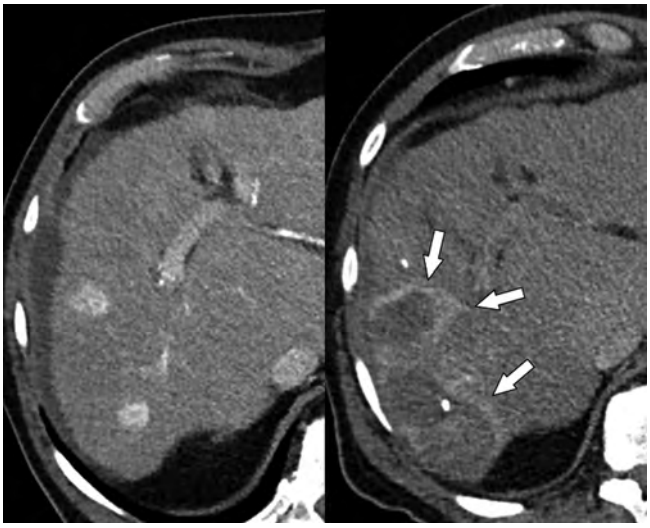
Wie gut ist LI-RADS für die Diagnose eines HCC? Wie gut sind CT und MRT für die HCC-Diagnose?

Rezente Metaanalysen, die Studien zu LI-RADS v2011, v2014 und v2017 inkludierten, konnten zeigen, dass der Anteil von HCC in der Kategorie LR-1 0 %, LR-2 4–13 %, LR-3 34–38 %, LR-4 67–74 % und in LR-5 92–94 % beträgt [12, 13]. Dies bedeutet, dass bei einer Observation LR-1 oder LR-2 mit sehr hoher bis hoher Wahrscheinlichkeit von einer benignen Genese ausgegangen werden kann (LI-RADS-Empfehlung: Fortsetzung der Surveillance in 6 Monaten), während bei LR-4 oder LR-5 ein HCC wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich ist (LI-RADS-Empfehlung: weitere Abklärung) [4]. In der Kategorie LR-3 wird konsequenterweise eine Wiederholung der Bildgebung oder die Durchführung alternativer bildgebender Verfahren in nur 3–6 Monaten empfohlen, um eine eventuelle Größenzunahme (Hauptkriterium Schwellenwachstum ≥ 50 % in ≤ 6 Monaten) oder eine Änderung der Morphologie zu erfassen [4]. Eine Studie von Darnell et al. zeigt bei im US neu entdeckten Herden ≤ 2 cm, die dann in der MRT als LR-3 klassifiziert

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.



▶ **Abb. 11** LR-TR viable. Vor Therapie hypervaskularisiertes HCC (links), nach Ablation (Mitte und rechts) ein avaskulärer Defekt (weißer Pfeil) mit randständigem nodulärem Enhancement (schwarzer Pfeil), suspekt auf Residualtumor. Ein hyperdenser Markierungsclip ist auch zu sehen (rechts).



▶ **Abb. 12** LR-TR equivocal. Vor Therapie 2 hypervaskularisierte HCC (links), nach Ablation (rechts) zeigt sich eine unregelmäßig breiter hypervaskularisierter Randsaum (Pfeile). 2 Markierungsclips (rechts). Die Verlaufskontrolle (nicht abgebildet) ergab kein Tumorwachstum.

wurden, eine HCC-Prävalenz von 68,9 %, was bei LR-3 Befunden eine weitere, auch invasive Abklärung rechtfertigt [14].

Mehrere Metaanalysen haben in den letzten Jahren gezeigt, dass die kontrastmittelverstärkte MRT der CT in der HCC-Diagnose generell bessere Ergebnisse bringt [15, 16]. Die kontrastmittelverstärkte MRT war der CT (Analyse von Studien, die im Jahr 2000 oder später begonnen wurden) in der Sensitivität im direkten Vergleich überlegen (80 % vs. 68 %) [15]. Diese Überlegenheit zeigt sich besonders im Nachweis kleiner HCC (< 2 cm), mit einer Sensitivität von 74 % (MRT) und 58 % (CT) [16]. In einer anderen Metaanalyse wurde der MRT mit leberspezifischem Kontrastmittel eine höhere Sensitivität als der MRT mit extrazellulärem Kontrastmittel zugemessen (87 % vs. 74 %), wobei allerdings direkte Vergleichsstudien fehlten [15]. In der Metaanalyse von Roberts et al. [16] wurden die Daten hinsichtlich des Vergleichs von extrazellulären Gadolinium-Chelaten mit leberspezifischem Kontrastmittel als unzureichend für eine generelle Beurteilung bewertet.

Einige Metaanalysen haben sich in den letzten Jahren auch mit der Performance von CT und MRT bei Verwendung von LI-RADS beschäftigt [12, 13, 17, 18]. Subgruppen-Analysen bestätigten, dass auch für LI-RADS die kontrastmittelverstärkte MRT besser als die CT ist (Sensitivität 82 % vs. 73 %) [19], wobei die MRT mit extrazellulären Gadolinium-Chelaten der MRT mit leberspezifischem Kontrastmittel überlegen war (Sensitivität 76 % vs. 66 %) [12]. In den letzten Jahren sind mehrere intraindividuelle Vergleichsstudien publiziert worden, die zeigen, dass die MRT mit extrazellulären Gadolinium-Chelaten der MRT mit leberspezifischem Kontrastmittel mindestens gleichwertig oder überlegen ist, vor allem aufgrund der besseren Darstellung der LI-RADS-Hauptkriterien Wash-Out und kontrastmittelaufnehmende Pseudokapsel in der dynamischen Phase [19–25].

Es wurden auch die Hauptkriterien („Major Features“) für die HCC-Diagnose einer Bewertung unterzogen: Die Sensitivität und Spezifität des arterielle Phase Hyperenhancements waren 91 % und 47 %, des Wash-Out 77 % und 48 % und der enhancenden Pseudokapsel 48 % und 88 % [26]. Dies bedeutet, dass das arterielle Phase Hyperenhancement am sensitivsten im Nachweis eines HCC, die enhancende Pseudokapsel dafür sehr spezifisch ist (wenige falsch positive Diagnosen). Diese Ergebnisse wurden durch die Studie von van der Pol et al., die den diagnostischen Wert der einzelnen Hauptkriterien analysierte, im Wesentlichen bestätigt: Die Hauptkriterien arterielle Phase Hyperenhancement, Wash-Out, kontrastmittelaufnehmende Pseudokapsel und Größe ≥ 20 mm waren, mit Ausnahme des Hauptkriteriums Schwellenwachstum, signifikant mit der Diagnose HCC assoziiert [27].

Limitationen und zukünftige Entwicklungen

LI-RADS wird durch ein internationales Expertengremium unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Daten regelmäßig überarbeitet [28]. Eine der Herausforderungen stellt die epidemiologische Entwicklung mit Zunahme der Non-alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) in der westlichen Welt dar: NAFLD-assoziierte HCC können bereits vor der Entwicklung einer Zirrhose entstehen und sind dann derzeit nicht nach dem LI-RADS-Algorithmus beurteilbar. Überdies ist das System der Hilfskriterien komplex. Eine Simplifikation der Kriterien ohne Einbuße an Detektionsrate oder Spezifität würde die Anwendung erleichtern. Aufgrund der vielfach bestätigten höheren Genauigkeit der MRT in der HCC-Diagnostik [17, 18] geht der Trend sicher von der MDCT in Richtung MRT.

Eine rezente Untersuchung in Deutschland ergab, dass zwar die Mehrheit der befragten Krankenhaus-RadiologInnen bereits von LI-RADS gehört hatte, aber nur 26 % dieses auch in der Routine verwendeten [29]. Hier gilt es für die wissenschaftliche Gesellschaften im deutschsprachigen Raum, den Trend zu einer systematischen und evidenzbasierten Befundung nach LI-RADS auch im klinischen Alltag zu propagieren und unterstützen.

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

[1] Yang JD, Hainaut P, Gores GJ et al. A global view of hepatocellular carcinoma: trends, risk, prevention and management. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2019; 16: 589–604

[2] Erkan B, Meier J, Clark TJ et al. Non-invasive diagnostic criteria of hepatocellular carcinoma: Comparison of diagnostic accuracy of updated LI-RADS with clinical practice guidelines of OPTN-UNOS, AASLD, NCCN, EASL-EORTC, and KLSCG-NCC. PLoS One 2019; 14: e0226291

[3] Kim TH, Kim SY, Tang A et al. Comparison of international guidelines for noninvasive diagnosis of hepatocellular carcinoma: 2018 update. Clin Mol Hepatol 2019; 25: 245–263

[4] https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/LI-RADS/LI-RADS-CT-MRI-v2018 Access Date: 11.01.2023

[5] Tanabe M, Kanki A, Wolfson T et al. Imaging Outcomes of Liver Imaging Reporting and Data System Version 2014 Category 2, 3, and 4 Observations Detected at CT and MR Imaging. Radiology 2016; 281: 129–139. doi:10.1148/radiol.2016152173

[6] Hong CW, Park CC, Mamidipalli A et al. Longitudinal evolution of CT and MRI LI-RADS v2014 category 1, 2, 3, and 4 observations. Eur Radiol 2019; 29: 5073–5081. doi:10.1007/s00330-019-06058-2

[7] Choi JY, Cho HC, Sun M et al. Indeterminate observations (liver imaging reporting and data system category 3) on MRI in the cirrhotic liver: fate and clinical implications. Am J Roentgenol 2013; 201: 993–1001. doi:10.2214/ajr.12.10007

[8] Ojeda PI, Hannan LM, Mieloszyk RJ et al. Is There a Difference Between LI-RADS 3 to LI-RADS 5 Progression Assessment Using CT Versus MR? A Retrospective, Single-Center, Longitudinal Study of Patients Who Underwent 5082 Radiologic Examinations for Surveillance of Hepatocellular Carcinoma Over a 43-Month Period. Curr Probl Diagn Radiol 2021. doi:10.1067/j.cpradiol.2021.03.016

[9] Fraum TJ, Tsai R, Rohe E et al. Differentiation of Hepatocellular Carcinoma from Other Hepatic Malignancies in Patients at Risk: Diagnostic Performance of the Liver Imaging Reporting and Data System Version 2014. Radiology 2018; 286: 158–172. doi:10.1148/radiol.2017170114

[10] Catania R, Chupetlovska K, Borhani AA et al. Tumor in vein (LR-TIV) and liver imaging reporting and data system (LI-RADS) v2018: diagnostic features, pitfalls, prognostic and management implications. Abdom Radiol (NY) 2021; 46: 5723–5734. doi:10.1007/s00261-021-03270-x

[11] Potretzke TA, Tan BR, Doyle MB et al. Imaging Features of Biphenotypic Primary Liver Carcinoma (Hepatocholangiocarcinoma) and the Potenzial to Mimic Hepatocellular Carcinoma: LI-RADS Analysis of CT and MRI Features in 61 Cases. Am J Roentgenol 2016; 207: 25–31. doi:10.2214/ajr.15.14997

[12] Lee S, Kim SS, Roh YH et al. Diagnostic Performance of CT/MRI Liver Imaging Reporting and Data System v2017 for Hepatocellular Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. Liver Int 2020; 40: 1488–1497. doi:10.1111/liv.14424

[13] van der Pol CB, Lim CS, Sirlin CB et al. Accuracy of the Liver Imaging Reporting and Data System in Computed Tomography and Magnetic Resonance Image Analysis of Hepatocellular Carcinoma or Overall Malignancy-A Systematic Review. Gastroenterology 2019; 156: 976–986. doi:10.1053/j.gastro.2018.11.020

[14] Darnell A, Rimola J, Belmonte E et al. Evaluation of LI-RADS 3 category by magnetic resonance in US-detected nodules ≤ 2 cm in cirrhotic patients. Eur Radiol 2021; 31: 4794–4803. doi:10.1007/s00330-020-07457-6

[15] Lee YJ, Lee JM, Lee JS et al. Hepatocellular carcinoma: diagnostic performance of multidetector CT and MR imaging-a systematic review and meta-analysis. Radiology 2015; 275: 97–109. doi:10.1148/radiol.14140690

[16] Roberts LR, Sirlin CB, Zaiem F et al. Imaging for the diagnosis of hepatocellular carcinoma: A systematic review and meta-analysis. Hepatology 2018; 67: 401–421. doi:10.1002/hep.29487

[17] Kim YY, Lee S, Shin J et al. Diagnostic Performance of Liver Imaging Reporting and Data System Version 2017 Versus Version 2018 for Hepatocellular Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. J Magn Reson Imaging 2021; 54: 1912–1919. doi:10.1002/jmri.27664

[18] Liang Y, Xu F, Guo Y et al. Diagnostic performance of LI-RADS for MRI and CT detection of HCC: A systematic review and diagnostic meta-analysis. Eur J Radiol 2021; 134: 109404. doi:10.1016/j.ejrad.2020.109404

[19] Paisant A, Vilgrain V, Riou J et al. Comparison of extracellular and hepatobiliary MR contrast agents for the diagnosis of small HCCs. J Hepatol 2020; 72: 937–945. doi:10.1016/j.jhep.2019.12.011

[20] Song JS, Choi EJ, Hwang SB et al. LI-RADS v2014 categorization of hepatocellular carcinoma: Intraindividual comparison between gadopentetate dimeglumine-enhanced MRI and gadoxetic acid-enhanced MRI. Eur Radiol 2019; 29: 401–410. doi:10.1007/s00330-018-5559-z

[21] Min JH, Kim JM, Kim YK et al. Prospective Intraindividual Comparison of Magnetic Resonance Imaging With Gadoxetic Acid and Extracellular Contrast for Diagnosis of Hepatocellular Carcinomas Using the Liver Imaging Reporting and Data System. Hepatology 2018; 68: 2254–2266. doi:10.1002/hep.30122

[22] Semaan S, Vietti Violi N, Lewis S et al. Hepatocellular carcinoma detection in liver cirrhosis: diagnostic performance of contrast-enhanced CT vs. MRI with extracellular contrast vs. gadoxetic acid. Eur Radiol 2020; 30: 1020–1030. doi:10.1007/s00330-019-06458-4

[23] Rong D, He B, Tang W et al. Comparison of Gadobenate-Enhanced MRI and Gadoxetate-Enhanced MRI for Hepatocellular Carcinoma Detection Using LI-RADS Version 2018: A Prospective Intraindividual Randomized Study. Am J Roentgenol 2021. doi:10.2214/ajr.21.26818

[24] Schima W. Editorial Comment: Which MRI Contrast Agent for Hepatocellular Carcinoma Diagnosis in LI-RADS? The Fog is Lifting. Am J Roentgenol 2021. doi:10.2214/ajr.21.27171

[25] Rimola J, Sapena V, Brancatelli G et al. Reliability of extracellular contrast versus gadoxetic acid in assessing small liver lesions using liver imaging reporting and data system v.2018 and European association for the study of the liver criteria. Hepatology 2022. doi:10.1002/hep.32494

[26] Lee S, Kim SS, Roh YH et al. Diagnostic Performance of CT/MRI Liver Imaging Reporting and Data System v2017 for Hepatocellular Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. Liver Int 2020; 40: 1488–1497. doi:10.1111/liv.14424

[27] Van der Pol CB, McInnes MDF, Salameh JP et al. CT/MRI and CEUS LI-RADS Major Features Association with Hepatocellular Carcinoma: Individual Patient Data Meta-Analysis. Radiology 2022; 302: 326–335. doi:10.1148/radiol.2021211244

[28] Marks RM, Masch WR, Chernyak V. LI-RADS: Past, Present, and Future, From the Am J Roentgenol Special Series on Radiology Reporting and Data Systems. Am J Roentgenol 2021; 216: 295–304. doi:10.2214/ajr.20.24272

[29] Ringe KI, Gut A, Grenacher L et al. LI-RADS in the year 2020 – Are you already using it or still considering? Rofo 2021; 193: 186–193. doi:10.1055/a-1212-5915

This document was downloaded for personal use only. Unauthorized distribution is strictly prohibited.