

钆塞酸二钠增强 MRI 检查全程规范化管理专家共识(2026 年版)

中华医学会放射学分会腹部学组 中华医学会影像技术分会护理学组 重庆市医学会放射医学分会 重庆市护理学会影像护理专业委员会

通信作者:郭大静,重庆医科大学附属第二医院放射科,重庆 400010, Email: guodaj@hospital.cqmu.edu.cn;赵心明,国家癌症中心 国家肿瘤临床医学研究中心 中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院,北京 100021, Email: xinmingzh@sina.com;程琳,陆军军医大学第一附属医院放射科,重庆 400038, Email: chenglin@aifmri.com

【摘要】 钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)作为肝细胞特异性 MRI 对比剂,在肝脏疾病的早期诊断、鉴别诊断及疗效评估中发挥着关键作用,Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 已被多个国家和地区的临床指南推荐为肝脏病变影像学诊断的一线检查方法。然而,目前尚缺乏用于指导 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查临床操作实践的规范化管理共识,亟须制定一套科学的检查全流程管理规范以提升图像质量与专业水平,保障检查效果。《钆塞酸二钠增强 MRI 检查全程规范化管理专家共识(2026 年版)》通过整合最新循证证据与临床经验,规范从对比剂储存管理、检查前的评估准备、检查中的操作配合到检查后的观察指导全流程操作实践,旨在增强影像科医务人员的专业能力与应急处置水平,从而提升患者依从性、降低不良事件发生率,为 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查在临床中的标准化实施与技术推广提供科学、可靠的临床实践依据。

【关键词】 磁共振成像; 对比剂; 钆塞酸二钠; 全程管理; 专家共识

基金项目:国家自然科学基金(82271970);重庆市科卫联合医学科研项目(2023MSXM014)

实践指南注册:国际实践指南注册平台(PREPARE-2026CN127)

Expert consensus on overall standardized management of gadoxetate disodium-enhanced MRI examinations (version 2026)

Abdomen Group of Chinese Society of Radiology, Chinese Medical Association; Nursing Group of Chinese Society of Imaging Technology, Chinese Medical Association; Chongqing Society of Radiology, Chongqing Medical Association; Imaging Nursing Committee, Chongqing Nursing Association

Corresponding authors: Guo Dajing, Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China, Email: guodaj@hospital.cqmu.edu.cn; Zhao Xinming, National Cancer Center, National Clinical Research Center for Cancer, Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China, Email: xinmingzh@sina.com; Cheng Lin, Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: chenglin@aifmri.com

【Abstract】 Gadoxetate disodium (Gd-EOB-DTPA), as a hepatocyte-specific MRI contrast agent, plays a key role in the early-stage diagnosis, differential diagnosis, and treatment evaluation of liver diseases. Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI has been recommended as a first-line imaging diagnostic method for the diagnosis of liver lesions by clinical guidelines in many countries and regions. However, there is currently a

DOI:10.3760/cma.j.cn501113-20250725-00291

收稿日期 2025-07-25 本文编辑 朱红梅

引用本文:中华医学会放射学分会腹部学组,中华医学会影像技术分会护理学组,重庆市医学会放射医学分会,等.钆塞酸二钠增强 MRI 检查全程规范化管理专家共识(2026 年版)[J].中华肝病杂志,2026,34(1):49-58. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20250725-00291.



lack of standardized management consensus to guide the clinical practice of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI examinations. Therefore, there is an urgent need to establish a scientifically based, full-process management protocol to improve image quality and professional standards and ensure the effectiveness of examinations. The "Expert Consensus on Standardized Management of Gadoxetate Disodium-Enhanced MRI Examinations (version 2026)" integrates the latest evidence-based data and clinical experience to standardize the entire process—from contrast agent storage management, pre-examination assessment and preparation, and operational coordination during the examination to post-examination observation guidance. In addition, it aims to enhance the professional competence and emergency response level of radiology medical personnel, thereby improving patient compliance, diminishing the incidence rate of adverse events, and providing a scientific and reliable clinical practice basis for the standardized implementation and technical promotion of Gd-EOB-DTPA-enhanced MRI examination in clinical practice.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Contrast medium; Gadoxetic acid disodium; Workflow management; Expert consensus

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82271970); Joint Project of Chongqing Health Commission and Science and Technology Bureau (2023MSXM014)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration Platform (PREPARE-2026CN127)

钆塞酸二钠(gadoxetic acid disodium, Gd-EOB-DTPA)是一种肝细胞特异性磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对比剂,因其独特的双相成像特征即兼具细胞外间隙分布与肝细胞特异性摄取的双重特性,在肝脏疾病影像诊断领域具有重要价值。与传统非特异性钆对比剂(gadolinium-based contrast agent, GBCA)不同, Gd-EOB-DTPA 约 50% 通过肝细胞膜上的有机阴离子转运肽 1B1/1B3 转运体被功能正常的肝细胞主动摄取,并通过胆道系统排泄,从而在肝胆期肝实质呈现均匀高信号,显著提高肝实质与病灶之间的信号对比度,为临床提供具有组织特异性的功能学成像信息。基于上述成像优势, Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 在肝脏疾病诊疗中展现出多维度临床应用价值,如早期肝细胞癌(以下简称肝癌)检测、病灶定性诊断、病灶病理学特性的判断、肝功能定量评估、治疗决策支持等^[1-8]。中国国家癌症中心数据显示,2022 年肝癌位居我国各种癌症新发病例数第 4 位(肺癌、结直肠癌、甲状腺癌、肝癌),发病率位列第 5 位(肺癌、女性乳腺癌、甲状腺癌、结直肠癌、肝癌),其病死率高居癌症第 2 位^[9]。我国的肝癌发病率较高,最新流行病学研究显示肝癌 5 年生存率为 12.1%~14.1%,其预后不良主要原因为:约 70% 肝癌患者在确诊时已属中晚期,丧失了手术机会,以及乙型肝炎相关肝癌肿瘤体积倍增时间仅 76.8 d 等^[10]。

而 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 成像在亚厘米肝癌(最大直径≤1 cm)筛查和诊断中具有显著优势^[11-15]。欧洲肝病学会(2024)、美国肝病学会(2023)、日本肝病学会(2021)和韩国肝癌学会及韩国国家癌症中心(2022)的肝癌管理指南均推荐 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 为肝癌影像学诊断的一线检查方法^[16-19],我国最新颁布的《原发性肝癌诊疗指南(2024 年版)》^[9]亦明确推荐 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 作为肝癌早期筛查及诊断的优选影像学检查方法,尤其是亚厘米肝癌的诊断必选方法。

随着 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查临床诊断和扫描技术方案相关专家共识的发表^[20-23],对扫描适用人群、对比剂注

射方案、扫描方案等内容已达成共识,为 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查临床应用的有效性和安全性提供了专业支持。然而,目前国内关于 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查全程管理仍存在一定问题,如对比剂储存管理不明确、患者准备不充分、操作标准不规范等。为此,中华医学会放射学分会腹部学组、中华医学会影像技术分会护理学组、重庆市医学会放射医学分会以及重庆市护理学会影像护理专业委员会,牵头组织 63 名来自全国 16 个省(自治区/直辖市)36 家医疗机构的专家,通过系统分析国内外相关文献,结合循证医学证据,遵循临床经验、指南及标准的方法学要求,联合推出《钆塞酸二钠增强 MRI 检查全程规范化管理专家共识(2026 年版)》(以下简称《共识》)。本《共识》旨在规范从 Gd-EOB-DTPA 的储存管理、检查前的评估准备、检查中的操作配合到检查后的观察指导等全流程操作,增强影像科医务人员的专业能力与应急处置水平,提升患者依从性与检查成功率、降低不良事件发生率,为 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查在临床中的标准化实施与技术推广应用提供科学、可靠的临床实践依据。

一、《共识》制定方法

(一)目标人群

本《共识》适用于行 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查的患者。

(二)使用人群

本《共识》的使用者包括任何等级医院的影像科诊断医师、技师、护士和开展肝脏疾病诊疗相关科室的临床医师。

(三)制定时间

2024 年 12 月—2025 年 7 月。

(四)共识发起和支持单位

中华医学会放射学分会腹部学组、中华医学会影像技术分会护理学组、重庆市医学会放射医学分会、重庆市护理学会影像护理专业委员会。

(五)成立《共识》构建工作组

《共识》构建工作组成员共由 63 名影像科医疗、技术、



护理专家组成,其中医疗专家均为硕士研究生及以上学历,高级以上职称;技术与护理专家均为本科及以上学历,中级以上职称。工作组按照承担的任务分为:(1)顾问组:由 5 名专家组成(包括主任医师/博士 3 名、主任技师 1 名、主任护师 1 名),负责指导共识的适用范围、循证问题、提供咨询和策略,监督实施过程;(2)执笔组:由 5 名成员组成(包括 2 名主任护师,3 名主管护师),主要确定共识的临床优先问题,筛选数据库、文献检索、制订《共识》框架,并依据结局指标、证据评价等级确定推荐意见及推荐说明;(3)函询组:由 43 名成员组成(均为具备 10 年以上影像科医疗、技术、护理工作经验且拥有高级职称的专家),负责审核临床问题、《共识》框架、证据等级、推荐意见及推荐说明等,并提出修改意见;(4)证据评价组:由 4 名成员组成(均为研究生学历且接受过循证护理实践培训),负责收集函询专家的建议、整合资料和数据、证据评价及协调相关工作等;(5)外审组:由 6 名专家组成(均为影像诊断领域的主任医师/博士),初稿形成后,由未参与制订的外审专家审核本共识的临床问题、推荐意见及推荐说明,进行全文审阅、定稿等。

(六)临床问题的确定

共识起草过程中参考了“参与者(participant)、干预措施(intervention)、对照(comparison)、结局(outcome)”的 PICO 原则和国际通用的共识制定流程。通过系统检索 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查相关应用指南、系统评价及原创研究,并对关键利益相关者访谈。根据文献检索,整理归纳临床优先问题的 PICO 框架,经专家组讨论,采用 Likert 5 级评分法,最后遴选出临床优先问题及对应的关键指标。

(七)证据汇总及提取

由执笔小组对多个临床问题进行深入解构,采用主题词+自由词的策略进行系统检索。(1)数据库:英文数据库包括 Cochrane Library、Medline (via PubMed)、Web of

Science、Embase;中文数据库包括万方数据库、中国生物医学文献数据、中国知网、维普网;(2)相关网站:苏格兰校际指南网站(Scottish Intercollegiate Guidelines Network)、世界卫生组织官方网站、指南国际网络(Guidelines International Network)、英国国家卫生与保健研究所(National Institute for Health and Care Excellence)、医脉通等指南网站。

检索时间段设定为 2014 年 1 月—2025 年 1 月。英文检索词包括“gadoxetate”“gadoxetic acid”“enhanced magnetic resonance imaging”“imaging quality”“safety”“power injector/injection”“breathing training”“fasting”;中文检索词包括“钆塞酸二钠”“增强磁共振”“禁食”“高压注射器”“安全性”“呼吸训练”“图像质量”。

纳入标准:(1)指南、共识、证据总结、系统评价、荟萃分析、随机对照试验及与证据密切相关的初级研究;(2)多个版本的文献,纳入最新版。排除标准:(1)信息不全、直接翻译、重复收录、文献质量较低;(2)指南介绍、解读应用指导、报告及会议摘要;(3)非中、英文文献。

共检索到 7 918 篇文献,撰写组将检索到的文献导入电脑,进行整合和去重后,最终纳入 64 篇文献,包括 9 篇指南和 10 篇专家共识,系统评价/荟萃分析 3 篇及其他 42 篇。

(八)证据评价

本《共识》证据评价基于循证医学指南及标准制定方法学,参考 2009 年牛津大学循证医学中心证据分级及推荐标准系统^[24](Oxford Centre for Evidence-based Medicine 2009)形成的方法学提供的推荐意见,将推荐强度分为 A (强推荐)、B (弱推荐)2 个级别,以代表共识制订专家组的建议(表 1)。

(九)撰写及外审

工作组基于归类总结国内外文献、专家论证确定主题框架、凝练优化形成共识初稿后,邀请全国 43 名专家进行两轮改良德尔菲专家函询(以微信或邮件发送,两轮函询稿

表 1 本共识证据等级和推荐强度说明

等级	内容
证据级别	
1a	基于 RCT 的 SR(有同质性)
1b	单个 RCT 研究
1c	“全或无”证据(“绝对特异”是指其特异性如此之高,以至于阳性结果可以确诊;“绝对敏感”是指其敏感性如此之高,以至于阴性结果可以排除诊断)
2a	基于队列研究的 SR(有同质性)
2b	单个队列研究(包括低质量 RCT;如<80%随访)
3a	基于病例对照研究的 SR(有同质性)
3b	单个病例对照研究
4	病例报道(低质量队列研究)
5	专家意见或评论
推荐强度等级	
A	强推荐:明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
B	弱推荐:利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

注:RCT 为随机对照试验;SR 为系统综述

的有效回收率均为 100%，共收集到 162 条专家反馈意见，专家权威系数 Cr 分别为 0.935、0.933，均 > 0.9)。撰写组对每条意见进行逐一核实，查阅文献找出循证依据，再次凝炼完善，最终形成包括 Gd-EOB-DTPA 的储存管理、检查前的评估准备、检查中的操作配合、检查后的观察指导等 4 个临床问题、16 条推荐意见。完成后经 6 名外审专家对全文进行评审及校对，并根据外审专家的反馈意见进行修改、完善及优化，形成《共识》终稿。

(十) 传播及更新

本《共识》发布后将组织相关编写人员对共识内容进行解读、巡讲，以促进《共识》的实施和推广。根据最新的研究进展和临床证据，本《共识》拟在发布 4~5 年后进行更新。

二、推荐意见与证据概述

(一) Gd-EOB-DTPA 的储存管理推荐

推荐意见 1: 在室温 (15~30 ℃) 下使用 Gd-EOB-DTPA 时，无需对其额外加热，且药品一旦开封后需立即使用 (证据级别: 2b, 推荐强度: B)。

证据概述: 美国放射学会最新发布的《对比剂使用手册 (2024 年版)》建议 GBCA 在室温 (15~30 ℃) 下使用时，无需额外加热^[25]。储存条件具体要求可参照药品使用说明书，尽管本品理化性质稳定，但从微生物学角度，建议一旦开封后需立即使用。在储存管理方面，按照《医疗机构高警示药品风险管理规范 (2023 版)》，要求专区存放、专人管理。具体而言，储存空间应独立设置，保持良好通风与干燥条件，环境温度不得超过 30 ℃，以确保药品质量的稳定性；同时，储存位置应具备明确的安全保障机制，防止无关人员随意接触或误取^[26]。此外，应将 Gd-EOB-DTPA 置于符合感染控制规范的专用环境中，以有效防止污染风险。

(二) 检查前的评估准备推荐

推荐意见 2: 在进行 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查前，应采集患者基本信息，全面评估患者病情，以实现潜在高风险人群的精准识别与有效管理，并完成知情同意书的签署流程，确保患者充分理解该检查目的及可能的风险 (证据级别: 2b, 推荐强度: A)。

证据概述: 在使用 Gd-EOB-DTPA 前，应收集病史和/或进行实验室检查，全面评估患者病情，重点评估其既往病史、检查史、用药史、肾功能及过敏史等相关资料，并仔细筛查 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查的禁用或慎用人群 (表 2)^[20, 23, 25, 27]。建议检查前还应关注与患者肝功能相关的生物化学指标，有助于技师提前预判肝胆期扫描的合适时

机。研究证明，Gd-EOB-DTPA 从肝细胞外摄取至细胞内的快慢与肝功能相关。通常肝功能正常患者比肝功能异常患者摄取速度更快，肝胆期肝实质背景的强化程度与凝血酶原活动度、总胆红素水平和总胆固醇水平有关^[20]。同时，Gd-EOB-DTPA 的适应证范围与使用剂量也应严格依据药品使用说明书执行，确保临床用药的规范性与安全性^[20]。此外，与其他静脉内注射对比剂一样，使用 Gd-EOB-DTPA 可能导致类过敏反应/超敏反应或其他特异质反应，故对过敏体质患者，检查前需经医务人员对其进行风险/获益评估后方可使用^[20]。

推荐意见 3: 同一天接受增强 CT 与 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查的患者，应根据患者肾功能情况及 CT 检查类别合理安排检查间隔时间 (证据级别: 2b, 推荐强度: A)。

证据概述: 欧洲泌尿生殖放射学会的对比剂使用指南提出^[27]：(1) 肾功能正常或中度降低的患者 [肾小球滤过率 > 30 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹]：在对比剂注射后 4 h，GBCA 与碘对比剂的排泄率均可达 75%，因此，建议两种对比剂的注射间隔时间应不短于 4 h；(2) 肾功能重度降低的患者 [肾小球滤过率 < 30 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹ 或接受肾透析]：由于药物清除能力显著下降，建议 GBCA 与碘对比剂的注射间隔时间应至少为 7 d；(3) 建议先行 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查，再行增强 CT 检查^[28]。但由于 GBCA 在泌尿系统中排泄时具有明显的 X 线衰减效应，可能会对后续增强 CT 检查结果产生干扰，甚至引起误判，因此，在患者需行泌尿系统 CT 检查时，则应优先完成增强 CT 检查，再行 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查。

推荐意见 4: 患者行 GdV-EOB-DTPA 增强 MRI 检查前 4~6 h 内应禁食，检查前一餐根据自身需求适量进食，尽量避免摄入油炸、脂肪类等不易消化的食物，以减少胃内容物残留 (证据级别: 5, 推荐强度: B)。

证据概述: 恶心、呕吐是已知的对比剂常见不良反应，因此患者在检查前应禁食，以最大程度降低呕吐和误吸的风险^[29-30]。此外，研究结果还显示，胃肠蠕动较频繁时间段主要为进食后 1 h 内及晨起空腹时，胃内容物过多可显著增加胃肠蠕动频率，从而诱发运动伪影及食物残渣影，进而影响 MRI 图像质量^[29-31]。因此，为减少胃内容物残留、降低图像伪影风险、提升影像质量以及诊断准确性，建议患者检查前 4~6 h 内应禁食，检查前一餐进食应适量，以不感到饥饿为准，宜选易消化、低脂、非油炸食物，以减少胃内容物残留^[29-30]。而对合并糖尿病、高血压、冠心病等需有关专科

表 2 禁用及慎用人群评估表^a

禁用人群	慎用人群
对钆塞酸二钠及其辅料中、重度过敏者	支气管哮喘病史
未经治疗的低钾血症患者	过敏性疾病史、过敏体质者
	哺乳期患者
	肾小球滤过率 < 30 mL·min ⁻¹ ·(1.73 m ²) ⁻¹ 、肝肾综合征所致各种程度急性肾功能不全
	肝移植围术期患者、妊娠期患者、严重心血管疾病的患者

注：^a使用年龄严格参照说明书，不推荐用于 18 岁以下患者



关键治疗性用药(降糖药、降压药和治疗冠心病药物,包括抗凝药物)的患者可按医嘱正常用药,其中糖尿病患者的禁食时间和检查时间尽量与降糖药使用时间关联,以防低血糖事件^[29-30]。

推荐意见 5: Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查前需指导患者行呼吸训练,以减少检查过程中因呼吸运动引起的图像伪影(证据级别:5,推荐强度:A)。

证据概述: 在注射 Gd-EOB-DTPA 对比剂后,部分受检者容易在动脉期出现瞬时性运动(transient sever motion, TSM)伪影^[32],严重影响图像质量,甚至导致检查失败。一项荟萃分析^[33]纳入 24 个研究共 5 339 例患者,提示不同研究类型和不同地域研究报道的 TSM 伪影发生率不一致,总体在 4.8%~26.7%,西方人群 TSM 伪影发生率明显高于东方亚洲人群(16.0%比 8.8%, $P=0.005$)。研究表明,年龄 ≥ 65 岁、身体质量指数 ≥ 25 kg/m²、慢性阻塞性肺疾病、低文化程度、腹水以及心力衰竭是易发生 TSM 伪影的主要危险因素^[34-35]。有研究表明采用多动脉期扫描^[36]、控制对比剂注射流率(1 mL/s),以及加强患者沟通教育与呼吸训练等多方式可以减少 TSM 伪影^[21]。

推荐意见 6: Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查前对患者行适应性训练和预检查视频教育,以提升其配合该检查的依从性(证据级别:2b,推荐强度:A)。

证据概述: 患者对 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查的认知不足,加之检查舱内空间狭小、噪声大、检查时间较长等,容易在检查过程中产生恐惧、紧张等消极情绪,甚至产生幽闭恐惧症而中途放弃或拒绝检查,进而影响检查质量,导致检查失败^[21]。研究显示,检查前的适应性训练和模拟检查视频宣教,可提高患者检查依从性,有效降低动脉期 TSM 伪影发生率,提升腹主动脉、肝动脉、脾动脉和肝实质的信号强度^[8, 37-39]。例如,让患者平躺于检查环境,通过倾听磁体间录音以熟悉 MRI 设备噪声和语音提示,并进行屏气练习。同时可让患者提前观看宣教视频,了解 MRI 设备的外观、工作原理以及扫描期间的注意事项,以消除紧张不适感。此外,可在检查前向患者提前讲解呼吸训练过程中指令的发出方式,并说明呼吸控制不佳与规范配合对图像质量及诊断准确性可能产生的影响,以增强患者对呼吸训练重要性的认知,从而提升其参与训练的主动性与配合度。

推荐意见 7: 推荐当同一时间段内(1 h)预约 MRI 检查项目且对呼吸配合有要求的人次 ≥ 3 人次时,可采用分组训练法对该类患者进行集体呼吸训练(证据级别:2b,推荐强度:B)。

证据概述: 张媛媛等^[40]研究指出,将科勒效应应用于流程化呼吸训练中,指导患者进行分组训练,可通过组内的相互监督与良性竞争,激发“竞争-协作”效应,从而显著提升患者参与呼吸训练的积极性和主动性。其次,分组训练法便于医务人员集中指导,患者之间也可互相观察和纠正动作,从而更快地掌握呼吸技巧,提高训练效率。此外,集体呼吸训练还能有效缓解患者对 MRI 检查室密闭环境的紧

张感,通过同伴互动分散其注意力,从而改善呼吸协调性,减少因紧张、焦虑等导致的呼吸伪影。

推荐意见 8: 在指导患者行呼吸训练时,可根据其耐受情况灵活选择自主、自助以及他人协助的方式进行多模式屏气配合(证据级别:2b,推荐强度:A)。

证据概述: 来自奥地利、韩国等学者研究表明, Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 扫描图像质量与呼吸训练密切相关,但训练模式相对单一,并非适合所有受检者^[41-42]。李雳等^[43]研究显示,通过运用恰当的呼吸训练方式,使 560 例受检者能有效降低呼吸运动产生的图像伪影,进而提高图像质量。因此,检查前应根据患者的配合程度、理解能力及心理支持状况,采取多模式个性化屏气训练方法^[44-47]:(1)自主法:直接按口令执行吸气-呼气-屏气训练,适用于理解能力强、配合程度好的患者;(2)自助法:吸气-呼气后自己捏住双侧鼻翼完成屏气训练,适用于理解能力和配合程度较好,但不能达到自主法屏气时间要求的患者;(3)他人协助法:他人帮助其完成吸气-呼气-屏气训练,适用于理解能力和配合程度差的患者,需要他人提示或帮助其捏住双侧鼻翼执行吸气-呼气-屏气口令。指导患者采用屏气效果最佳的呼吸模式反复练习,告知其尽量在深呼吸后于呼气末屏气 15~20 s,每次呼吸的幅度尽量保持一致,避免因吸氧量不同导致扫描范围改变从而影响图像质量^[8]。但需注意,在辅助患者采用捏鼻法屏气时,力度应适中,避免造成其不适。同时,应确保呼吸训练的指令与检查过程中技师发出的呼吸指令保持一致性,避免患者产生混淆,从而影响屏气配合的效果。

推荐意见 9: 基于患者血管条件与 Gd-EOB-DTPA 的药理特性,选择 20~24 G 耐高压留置针或耐高压的中心静脉导管建立造影注射通路(证据级别:5,推荐强度:B)。

证据概述: Gd-EOB-DTPA 注射液是一种即用型水溶液,在 37℃ 时黏度为 1.19 mPa·s,是相同温度下其他 GBCA 黏度的 1/4~1/2,而 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查的注射速率通常为 1 mL/s。因此,选择 20~24 G 耐高压留置针建立造影注射通路,不仅能确保 Gd-EOB-DTPA 应用的安全性和有效性,还能有效保护患者血管、减少并发症、增加患者舒适度^[48-49]。穿刺时,应做好造影注射通路的评估,尽量选择双上肢粗、直且弹性好的静脉血管,避开有硬结、瘢痕、炎症等部位,以及避免在同一部位多次穿刺。对有乳房根治术和腋下淋巴结清扫术病史患者,应选择健侧上肢进行穿刺^[49]。此外,若患者留置有耐高压中心静脉导管、经外周静脉置入的耐高压中心静脉导管或完全植入式耐高压静脉输液港,可作为 Gd-EOB-DTPA 注射的备选通道,但在使用前,需先用规格为 10 mL 及以上的注射器,抽取 0.9% 氯化钠注射液 10 mL;将注射器与导管连接并缓慢回抽导管内液体,观察是否有血液回流,以此确认导管通畅;并做好冲管及封管护理^[49-50]。

(三)检查中的操作配合推荐

推荐意见 10: 患者采取仰卧位、双上肢上举的体位进行检查,并再次评估患者呼吸训练的掌握情况(证据级别:1b,推



荐强度:A)。

证据概述:协助患者仰卧于检查床,确保其身体中线与床面中轴重合,双臂可上举置于头部两侧,避免与躯体重叠。若患者肩关节活动受限,也可将双臂自然置于身体两侧,但需注意避免线圈信号干扰。体位受限的患者可在不影响图像质量的前提下屈膝并行膝下垫软垫。幽闭恐惧症患者采用“足先进”体位(脚朝向磁体),以减少头部进入磁体的深度,必要时在确保家属无MRI检查相关禁忌证后允许其进入磁体间陪同检查^[51-53]。体型肥胖患者建议采用“足先进”体位,避免肩部进入磁体受限。同时在检查中,做好患者保暖与隐私遮挡。患者卧于检查床后再次告知其检查中的呼吸配合要领,可让技师在操作间发出呼吸配合指令,评估患者是否能依据指令作出相应的动作^[52]。

推荐意见 11:使用体部线圈,以剑突和脐连线中点为中心轴放置,必要时可加用腹带固定呼吸门控传感器,以提高检查成功率(证据级别:5,推荐强度:B)。

证据概述:将体部线圈中心对准剑突下缘,使用软垫填充患者与线圈之间的空隙,减少运动伪影。同时将呼吸门控传感器置于患者胸腹部呼吸幅度明显区域,调整至呼吸波形清晰稳定状态,必要时采用绑带固定。对于呼吸配合较差的患者,可加用腹带以减小呼吸运动幅度,但需避免过度压迫影响呼吸^[51]。

推荐意见 12:检查全程应密切观察患者病情,及时识别潜在异常状况并迅速采取相应处理措施,必要时将报警挤压装置放置于患者手中并指导其正确使用,以保障检查的顺利进行及安全(证据级别:2b,推荐强度:A)。

证据概述:检查过程中患者需尽量保持制动,如出现穿刺处疼痛或紧急异常情况可立即按压报警装置。检查中医务人员还可通过透视窗或者监控终端观察患者是否有异常举动,询问患者有无胸闷、心慌等不适,并及时进行心理疏导与安抚。在注射Gd-EOB-DTPA进行动脉期扫描前,医务人员应与患者进行有效沟通,帮助患者建立心理耐受,促进其更好地配合屏气,以减少因准备不充分或紧张导致的检查失败。此外,应特别需要关注对比剂注射后,患者是否出现一过性呼吸困难、恶心、呕吐等不良反应^[46],一旦发现上述情况,应立即评估患者的耐受情况,必要时暂停检查,并根据医嘱给予止吐、指导深呼吸等对症处理。待患者症状缓解、状态稳定后,再行检查操作,以保障成像质量与患者安全。

推荐意见 13:基于设备条件许可的情况下,首选MRI针筒式高压造影注射器,依据设定模式注射Gd-EOB-DTPA后,再使用0.9%氯化钠注射液进行冲管(证据级别:2b,推荐强度:A)。

证据概述:Gd-EOB-DTPA具有注射剂量低、浓度低、弛豫率高等特点,因此,应用此药物行肝脏MRI增强检查的常规推荐用药量为0.1 mL/kg(0.025 mmol/kg),注射过程中保持均匀、缓慢注射(1 mL/s),对于获取高质量肝脏动脉期图像具有重要意义^[7]。研究结果显示,与人工手

动推注相比,使用高压造影注射系统可更加精准地控制流速和可重复性好^[54],且可显著降低动脉期TSM伪影的发生率^[55]。目前,临床常用的MRI针筒式高压造影注射器推注对比剂的速率精度均可达到0.01 mL/s,不仅能确保对比剂输注剂量的精准性,进而提升成像质量与诊断报告的准确性,还可根据患者身体质量指数的不同,设置个性化的注射剂量,从而更好地获取理想的图像,满足临床诊断需求。也有研究报道^[47, 55-58],采用自动稀释注射技术,即通过稀释Gd-EOB-DTPA(用0.9%氯化钠注射液1:1稀释)以2 mL/s的速度自动注射,也可减少动脉期TSM伪影的发生。部分医疗机构若未配置MRI高压造影注射器设备,可采用人工手动推注的方式来完成对比剂注射,但应对护士进行统一规范化培训,以确保Gd-EOB-DTPA注射速率的稳定性,同时建议使用Y型管连接患者静脉通路,以实现对比剂和0.9%氯化钠注射液注射的连贯性。Gd-EOB-DTPA增强MRI检查高压造影注射器标准化操作流程见图1。

(四)检查后的观察指导推荐

推荐意见 14:患者在完成Gd-EOB-DTPA注射后观察时间不短于30 min,以便监测并及时处理可能出现的对比剂类过敏反应、超敏反应或其他特异质反应(证据级别:2a,推荐强度:A)。

证据概述:一项发表在*Radiology*的大样本回顾性研究分析显示,在154 539例患者的331 070例次GBCA暴露中,GBCA相关急性和迟发性超敏反应发生率分别为0.4%和0.04%^[59]。另一项纳入14 850例Gd-EOB-DTPA使用者的荟萃分析报道,急性超敏反应发生率为0.3%^[60]。Gd-EOB-DTPA最常见的不良反应有恶心、头痛、热感、头晕等,总体发生率约1.57%^[61],这些反应大多发生在对比剂注射后30 min内,且绝大多数不良反应为轻至中度。因此,患者在注射Gd-EOB-DTPA后应观察至少30 min,提前备好针对过敏反应的治疗药物和急救措施。期间护士应密切关注其是否出现恶心、呕吐、荨麻疹、低血压等对比剂类过敏反应、超敏反应或其他特异质反应。一旦患者出现相关不良反应,应参照美国放射学会最新发布的对比剂使用手册(2024年版)建议进行分级处理^[25]。

推荐意见 15:哺乳期患者接受Gd-EOB-DTPA增强MRI检查后需进行获益/风险权衡,由其自主做出最终决定是否选择继续母乳喂养(证据级别:2b,推荐强度:A)。

证据概述:研究结果显示,注射GBCA后24 h内经乳汁排泄的比例极低(低于注射剂量的0.04%),且婴儿通过胃肠道吸收的量更微乎其微(低于注射剂量的0.000 4%)^[25,60]。因此,哺乳期患者在接受Gd-EOB-DTPA增强MRI检查后可继续母乳喂养,但应在检查前充分告知患者相关信息,并仔细进行风险/获益权衡后由其自主做出最终决定,以尊重患者知情选择权^[60]。

推荐意见 16:基于已经接受血液透析的患者,可考虑在注射Gd-EOB-DTPA后短时间内进行血液透析,以加强对比剂的清除(证据级别:2a,推荐强度:A)。





注: Gd-EOB-DTPA 为钆塞酸二钠; MRI 为磁共振成像; A1 为适配 Gd-EOB-DTPA 抽吸的针筒型号 1 及其相关用物准备; A2~A4 为使用高压造影注射器专用吸药器与 Gd-EOB-DTPA 预充注射液螺旋连接的过程; A5 为抽吸 Gd-EOB-DTPA 预充注射液的操作; A6 为抽吸 0.9% 氯化钠注射液的操作; A7 为针筒与外管连接的操作; A8 为连接管路后的排气操作; B1 为适配 Gd-EOB-DTPA 抽吸的针筒型号 2 及其相关用物准备; B2~B4 为使用一次性无菌注射针与 Gd-EOB-DTPA 预充注射液螺旋连接的过程; B5 为将 Gd-EOB-DTPA 预充注射液缓慢推注进针筒的操作; B6 为连接管路后的排气操作

图 1 Gd-EOB-DTPA 增强 MRI 检查高压造影注射器标准化操作流程

证据概述: Gd-EOB-DTPA 作为一种线性 GBCA, 其安全性已在多项临床研究中获得充分验证^[60-61]。相较于其他常规 GBCA, 其推荐剂量仅为后者的四分之一 (0.025 mmol/kg),

且具备肝、肾双通道排泄机制, 其中约 50% 经胆道系统排泄、50% 经肾脏清除, 显著降低了肾源性系统性纤维化的发生风险。研究报道, 血液透析可增强 Gd-EOB-DTPA 的清除, 在注



射 GBCA 后 1 h 内开始进行持续 3 h 的单次血液透析,可清除约 30% 的对比剂剂量。而在终末期肾功能衰竭患者中,几乎全部剂量的 Gd-EOB-DTPA 可在 6 d 的观察期内通过透析和胆道系统排泄清除,大部分可在 3 d 内清除。因此,对于已经接受血液透析的患者,可考虑在注射本品后短时间内进行血液透析,以加强对对比剂的清除,而对于未行血液透析的患者,尚无证据支持采用血液透析可以预防或治疗肾源性系统性纤维化^[62-65]。

执笔组:王小琳(重庆医科大学附属第二医院);程琳(陆军军医大学第一附属医院);刘文燕(重庆医科大学附属第二医院);程伊莲(陆军军医大学第一附属医院);曾杰(陆军军医大学第一附属医院)

顾问及外审专家组:赵心明(中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院);郭大静(重庆医科大学附属第二医院);孙浩然(天津医科大学总医院);陈伟(陆军军医大学第一附属医院);薛华丹(中国医学科学院北京协和医院);姚晋(四川大学华西医院);李若坤(上海交通大学医学院附属瑞金医院);饶圣祥(复旦大学附属中山医院);陈天武(重庆医科大学附属第二医院);欧阳雪晖(内蒙古自治区人民医院);李雪(重庆医科大学附属第三医院)

函询讨论组(按姓氏拼音排序):曹建勋(甘肃省人民医院);陈冬萍(华中科技大学同济医学院附属协和医院);陈光英(重庆大学附属涪陵医院);陈家飞(陆军军医大学第一附属医院);陈维(重庆医科大学附属北碚医院);陈维娟(重庆医科大学附属第二医院);程琳(陆军军医大学第一附属医院);程伊莲(陆军军医大学第一附属医院);邓虹(中山大学孙逸仙纪念医院);冯望(重庆医科大学附属第二医院);付俊杰(天津医科大学总医院);郭玲(四川省肿瘤医院);何晓静(重庆医科大学附属第二医院);黄超琼(重庆医科大学附属第一医院);孔莎(河南省人民医院);雷子乔(华中科技大学同济医学院附属协和医院);李静(陆军军医大学第一附属医院);李琴(华中科技大学同济医学院附属同济医院);李晓明(陆军军医大学第一附属医院);李欣(重庆医科大学附属第二医院);李新云(南方医科大学南方医院/广东省人民医院/广东省医学科学院);李娅(空军军医大学第一附属医院);梁俊丽(广西医科大学第一附属医院);刘俊伶(陆军特色医学中心);刘平(济宁医学院);刘平(陆军军医大学第二附属医院);刘文燕(重庆医科大学附属第二医院);刘洋洋(重庆医科大学附属第二医院);陆爽爽(复旦大学附属华山医院);罗健(北京大学第一医院);沈虹(重庆大学附属仁济医院);孙家瑜(四川大学华西医院);唐鹤函(四川大学华西医院);唐慧(中南大学附属湘雅医院);汪祝莎(武汉大学中南医院);王小琳(重庆医科大学附属第二医院);文芳(重庆大学附属三峡医院);吴翠霞(重庆医科大学附属第二医院);吴家会(重庆医科大学附属第一医院);向世兰(重庆大学附属黔江医院);杨荟平(重庆市中医院);曾杰(陆军军医大学第一附属医院);曾小红(南昌大学第一附属医院);张志伟(重庆医科大学附属第一医院);赵丽(中国医科大学附属第一医院);赵俐红(四川大学华西医院);周平(西南医科大学附属医院);周容(重庆医科大学附属永川医院)

证据评价组:蒋雨君(重庆医科大学附属第二医院);郭雯曦(重庆医科大学附属第二医院);李淑娥(重庆医科大学附属第二医院);蔡沅汝(陆军军医大学第一附属医院)

利益冲突 《共识》构建成员均填写利益声明表,不存在与本共识直接的利益冲突

参考文献

[1] Kitao A, Matsui O, Yoneda N, et al. Gadoteric acid-enhanced

MR imaging for hepatocellular carcinoma: molecular and genetic background[J]. Eur Radiol, 2020, 30(6):3438-3447. DOI: 10.1007/s00330-020-06687-y.

- [2] Rybczynska D, Pienkowska J, Frydrychowski A, et al. Understanding the role of gadoteric acid in MRI[J]. Curr Med Imaging, 2020, 16(5):572-577. DOI: 10.2174/157340561566618-1224125909.
- [3] Ichikawa S, Goshima S. Gadoteric acid-enhanced liver MRI: everything you need to know[J]. Invest Radiol, 2024, 59(1): 53-68. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000990.
- [4] Zhang K, He K, Zhang L, et al. Gadoteric acid-enhanced MRI scoring model to predict pathologic features of hepatocellular carcinoma[J]. Radiology, 2025, 314(2): e233229. DOI: 10.1148/radiol.233229.
- [5] Kang TW, Kong SY, Kang D, et al. Use of gadoteric acid-enhanced liver MRI and mortality in more than 30 000 patients with hepatocellular carcinoma: a nationwide analysis[J]. Radiology, 2020, 295(1):114-124. DOI: 10.1148/radiol.2020190639.
- [6] Yoon JH, Lee JM, Kang HJ, et al. Quantitative assessment of liver function by using gadoteric acid-enhanced MRI: hepatocyte uptake ratio[J]. Radiology, 2019, 290(1):125-133. DOI: 10.1148/radiol.2018180753.
- [7] 陈凤喜, 郭大静, 徐阳, 等. 钆塞酸二钠增强磁共振成像术前诊断增殖型肝细胞癌的列线图模型构建及其价值评价[J]. 中华肝病杂志, 2025, 33(3):227-236. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20240509-00246.
- [8] 中国研究型医院学会感染与炎症放射学专业委员会, 中华医学会放射学分会传染病学组, 中国科技产业化促进会数字健康专业委员会, 等. 慢性乙型肝炎肝纤维化 MRI 诊断专家共识(2023 年版)[J]. 中华肝病杂志, 2023, 31(10): 1009-1017. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20230223-00075.
- [9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南(2024 年版)[J]. 中华消化外科杂志, 2024, 23(4): 429-478. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20240415-00203..
- [10] 中华医学会肝病学分会. 原发性肝癌二级预防共识(2021 年版)[J]. 中华肝病杂志, 2021, 29(3):216-226. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20210210-00082.
- [11] Hwang SH, Hong SB, Park S, et al. Subcentimeter hepatocellular carcinoma in treatment-naïve patients: noninvasive diagnostic criteria and tumor staging on gadoteric acid-enhanced MRI[J]. Eur Radiol, 2021, 31(4):2321-2331. DOI: 10.1007/s00330-020-07329-z.
- [12] Huang P, Zhou C, Wu F, et al. An improved diagnostic algorithm for subcentimeter hepatocellular carcinoma on gadoteric acid-enhanced MRI[J]. Eur Radiol, 2023, 33(4):2735-2745. DOI: 10.1007/s00330-022-09282-5.
- [13] Huang P, Wu F, Hou K, et al. Diagnostic algorithm for subcentimeter hepatocellular carcinoma using alpha-fetoprotein and imaging features on gadoteric acid-enhanced MRI[J]. Eur Radiol, 2024, 34(4):2271-2282. DOI: 10.1007/s00330-023-10214-0.
- [14] Huang P, Shi Q, Ni X, et al. Subcentimeter hepatocellular carcinoma (HCC) on gadoteric-acid-enhanced MRI: less frequent typical imaging features compared to 1-2 cm HCC but better prognosis after surgical resection[J]. Abdom Radiol (NY), 2023, 48(11):3391-3400. DOI: 10.1007/s00261-023-04024-7.
- [15] Huang P, Ni X, Zhou C, et al. Subcentimeter nodules with diagnostic hallmarks of hepatocellular carcinoma: comparison of pathological features and survival outcomes with nodules measuring 1-2 cm[J]. J Hepatocell Carcinoma, 2023, 10:169-180. DOI: 10.2147/JHC.S401027.



- [16] Korean Liver Cancer Association(KLCA) and National Cancer Center(NCC). 2022 KLCA-NCC Korea practice guidelines for the management of hepatocellular carcinoma[J]. J Liver Cancer, 2023, 23(1):1-120. DOI: 10.17998/jlc.2022.11.07.
- [17] Omata M, Cheng AL, Kokudo N, et al. Asia-Pacific clinical practice guidelines on the management of hepatocellular carcinoma: a 2017 update[J]. Hepatol Int, 2017, 11(4): 317-370. DOI: 10.1007/s12072-017-9799-9.
- [18] European Association for the Study of the Liver. EASL clinical practice guidelines on the management of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2025, 82(2):315-374. DOI: 10.1016/j.jhep.2024.08.028.
- [19] Singal AG, Llovet JM, Yarchoan M, et al. AASLD practice guidance on prevention, diagnosis, and treatment of hepatocellular carcinoma[J]. Hepatology, 2023, 78(6):1922-1965. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000466.
- [20] 中华医学会放射学分会磁共振学组, 中华医学会放射学分会质量控制与安全工作委员会. 钆对比剂临床安全性应用中国专家建议[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(7):539-544. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.07.002.
- [21] 饶圣祥, 胡道予, 宦怡, 等. 肝胆特异性 MRI 对比剂钆塞酸二钠临床应用专家共识[J]. 临床肝胆病杂志, 2016, 32(12): 2236-2241. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2016.12.003.
- [22] 中华医学会影像技术分会国际交流学组. 肝胆特异性对比剂钆塞酸二钠增强 MRI 扫描方案专家共识[J]. 临床肝胆病杂志, 2020, 36(3):519-521. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2020.03.008.
- [23] 中华医学会放射学分会质量控制与安全管理专业委员会. 肾病患者静脉注射钆对比剂应用中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(3):221-230. DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20210330-00294.
- [24] Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Levels of Evidence (March 2009)[EB/OL]. [2026-01-06]. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>.
- [25] American College of Radiology. ACR Manual on Contrast Media [EB/OL]. 2024[2026-01-06]. <https://www.acr.org/clinical-resources/clinical-tools-and-reference/contrast-manual>.
- [26] 中国医药教育协会. 医疗机构高警示药品风险管理规范 2023 版[EB/OL]. <https://www.cmea.org.cn/Index/detail?id=3090>.
- [27] European Society of Urogenital Radiology. ESUR guidelines on contrast agents[EB/OL]. https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/ESUR-Guidelines-10_0-Final-Version.pdf.
- [28] Van Der Molen AJ, Dekkers IA, Geenen R WF, et al. Waiting times between examinations with intravascularly administered contrast media: a review of contrast media pharmacokinetics and updated ESUR contrast media safety committee guidelines[J]. Eur Radiol, 2024, 34(4):2512-2523. DOI: 10.1007/s00330-023-10085-5.
- [29] 李雪, 刘恒, 吴燕燕, 等. CT 增强检查前的饮食准备管理规范中国专家共识[J]. 放射学实践, 2024, 39(5): 563-568. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.05.001.
- [30] 国家癌症中心, 中国医师协会胸外科医师分会, 中华医学会胸心血管外科学分会, 等. 中国可切除食管癌围手术期诊疗实践指南(2023 年版)[J]. 中华消化外科杂志, 2023, 22(11):1272-1290. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20231030-00171.
- [31] 谈曦, 蒙金凤, 杨桂梅, 等. 基于循证的集束化护理在肿瘤患者钆塞酸二钠增强 MRI 检查中的应用研究[J]. 当代护
- 士, 2025, 32(2):82-85. DOI: 10.19792/j.cnki.1006-6411.2025.05.020.
- [32] Rimola J, Darnell A, Belmonte E, et al. Does transient arterial-phase respiratory-motion-related artifact impact on diagnostic performance? An intra-patient comparison of extracellular gadolinium versus gadoxetic acid[J]. Eur Radiol, 2020, 30(12):6694-6701. DOI: 10.1007/s00330-020-07039-6.
- [33] Kim DW, Choi SH, Park T, et al. Transient severe motion artifact on arterial phase in gadoxetic acid-enhanced liver magnetic resonance imaging: a systematic review and meta-analysis[J]. Invest Radiol, 2022, 57(1):62-70. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000806.
- [34] Jang EB, Kim DW, Choi SH, et al. Transient severe motion artifacts on gadoxetic acid-enhanced MRI: risk factor analysis in 2230 patients[J]. Eur Radiol, 2022, 32(12):8629-8638. DOI: 10.1007/s00330-022-08885-2.
- [35] 付玲, 韩菲, 程瑾, 等. 肝细胞特异性对比剂增强磁共振动脉期呼吸运动伪影的影响因素[J]. 护理学杂志, 2024, 39(13):36-39. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.13.036.
- [36] 刘芬, 熊斌. 多动脉期采集对提高肝细胞特异性对比剂增强 MRI 图像质量的价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2024, 22(3):322-326, 332. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0512.2024.03.017.
- [37] Kun F, Qisheng R, Guang-Kuo G, et al. Adaptive training: a new method to improve the image quality of abdominal magnetic resonance imaging[J]. Curr Med Imaging, 2023, 19(9): 1090-1095. DOI: 10.2174/1573405619666221130114646.
- [38] Huang H, Li C, Zeng Z, et al. Impact of pre-examination video education in Gd-EOB-DTPA-enhanced liver MRI: a comparative study[J]. J Med Radiat Sci, 2025, 72(1):34-41. DOI: 10.1002/jmrs.833.
- [39] 梁俊丽, 黄红芳, 陈秀珍, 等. 两种不同呼吸训练模式在肝癌患者行钆塞酸二钠 MRI 增强检查中的应用研究[J]. 微创医学, 2022, 17(6):828-831. DOI: 10.11864/j.issn.1673.2022.06.38.
- [40] 张媛媛, 刘静静, 冉云彩, 等. 流程式呼吸训练结合科勒效应在钆塞酸二钠磁共振增强扫描患者中的应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(8):49-52. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.016.
- [41] Gutzzeit A, Matoori S, Froehlich JM, et al. Reduction in respiratory motion artefacts on gadoxetate-enhanced MRI after training technicians to apply a simple and more patient-adapted breathing command[J]. Eur Radiol, 2016, 26(8):2714-2722. DOI: 10.1007/s00330-015-4086-4.
- [42] Song JS, Choi EJ, Park EH, et al. Comparison of transient severe motion in gadoxetate disodium and gadopentetate dimeglumine-enhanced MRI: effect of modified breath-holding method[J]. Eur Radiol, 2018, 28(3):1132-1139. DOI: 10.1007/s00330-017-5070-y.
- [43] 李雳, 张正义, 唐鹤茜, 等. 多模式呼吸训练对 MRI 钆塞酸二钠肝肿瘤筛查增强扫描的影响[J]. 四川医学, 2021, 42(11): 1150-1154. DOI: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2021.11.015.
- [44] 余永红, 音大为. 多模式呼吸训练在钆塞酸二钠增强磁共振扫描中的应用效果[J]. 蚌埠医学院学报, 2022, 47(11): 1594-1596, 1601. DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.11.029.
- [45] 梁燕滨, 刘小华, 龙彩银. 加强呼吸训练流程对提高上腹部肝胆特异性造影剂动态增强扫描图像质量的影响[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(18):188-190. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3807.2024.18.061.
- [46] 蒋逆立, 汤伟, 何浩强, 等. 优化屏气方案对普美显增强动脉期图像的价值[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(11):



- 12-14. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3807.2021.11.006.
- [47] 杨婷, 叶铮, 姚杉, 等. 国产肝脏特异性磁共振对比剂(钆塞酸二钠)的临床安全性及诊断有效性评价[J]. 中华肝病杂志, 2023, 31(2):161-167. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-2021-0411-00178.
- [48] 覃辉, 金培英. 外周静脉留置针致静脉血栓形成和预防的研究进展[J]. 循证护理, 2018, 4(3):217-221. DOI: 10.3969/j.issn.2095-8668.2018.03.006.
- [49] 中华医学会影像技术分会医学影像护理专委会. 影像增强检查静脉输注工具规范应用专家共识[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(3):1-5. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-5782.2020.03.014.
- [50] 国家卫生健康标准委员会. 静脉治疗护理技术操作标准[S/OL]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/pjl/202309/d09188781db944f8936728280cba4759/files/1739783482145_64567.pdf
- [51] 陈曙光, 胡鹏程, 樊卫, 等. PET/MR 全身显像 workflow 及协议规划专家共识[J]. 中国临床医学, 2020, 27(4):713-721. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201589.
- [52] 胡鹏程, 赵军, 杨志, 等. 肝胆系统 PET/MR 成像检查规范专家共识[J]. 中国临床医学, 2020, 27(5):881-885. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201571.
- [53] 陈键雄. 研究正念减压联合渐进式放松技术应用于磁共振检查中幽闭恐惧症患者的效果[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(18):237-238, 240. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3807.2021.18.116.
- [54] Endrikat J, Barbati R, Scarpa M, et al. Accuracy and repeatability of automated injector versus manual administration of an MRI contrast agent-results of a laboratory study[J]. Invest Radiol, 2018, 53(1):1-5. DOI: 10.1097/RLI.0000000000000403.
- [55] Polanec SH, Bickel H, Baltzer PAT, et al. Respiratory motion artifacts during arterial phase imaging with gadoxetic acid: can the injection protocol minimize this drawback?[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 46(4):1107-1114. DOI: 10.1002/jmri.25657.
- [56] Poetter-Lang S, Dovjak GO, Messner A, et al. Influence of dilution on arterial-phase artifacts and signal intensity on gadoxetic acid-enhanced liver MRI[J]. Eur Radiol, 2023, 33(1):523-534. DOI: 10.1007/s00330-022-08984-0.
- [57] Poetter-Lang S, Ambros R, Messner A, et al. Are dilution, slow injection and care bolus technique the causal solution to mitigating arterial-phase artifacts on gadoxetic acid-enhanced MRI? A large-cohort study[J]. Eur Radiol, 2024, 34(8):5215-5227. DOI: 10.1007/s00330-024-10590-1.
- [58] 贺姝瑶, 王玉婷, 陈春云, 等. 联合改良呼吸训练与对比剂稀释方案减少磁共振 Gd-EOB-DTPA 上腹部增强动脉期一过性伪影[J]. 重庆医科大学学报, 2020, 45(10):1469-1473. DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002621.
- [59] Ahn YH, Kang DY, Park SB, et al. Allergic-like hypersensitivity reactions to gadolinium-based contrast agents: an 8-year cohort study of 154 539 patients[J]. Radiology, 2022, 303(2):329-336. DOI: 10.1148/radiol.210545.
- [60] Schieda N, Van Der Pol CB, Walker D, et al. Adverse events to the gadolinium-based contrast agent gadoxetic acid: systematic review and meta-analysis[J]. Radiology, 2020, 297(3):565-572. DOI: 10.1148/radiol.2020200073.
- [61] Endrikat J, Kim SY, Sakaguchi T, et al. Safety of gadoxetate disodium: results from six clinical phase IV studies in 8194 patients[J]. Acta Radiol, 2016, 57(11):1326-1333. DOI: 10.1177/0284185115588126.
- [62] Attari H, Cao Y, Elmholt TR, et al. A systematic review of 639 patients with biopsy-confirmed nephrogenic systemic fibrosis[J]. Radiology, 2019, 292(2):376-386. DOI: 10.1148/radiol.2019182916.
- [63] Davenport MS, Shankar PR. Risk of nephrogenic systemic fibrosis from gadoxetic acid in patients with severe kidney disease[J]. Radiology, 2020, 297(3):563-564. DOI: 10.1148/radiol.2020203644.
- [64] Starekova J, Bruce RJ, Sadowski EA, et al. No cases of nephrogenic systemic fibrosis after administration of gadoxetic acid[J]. Radiology, 2020, 297(3):556-562. DOI: 10.1148/radiol.2020200788.
- [65] Gauthier ID, Macleod CA, Sathiadoss P, et al. Risk of nephrogenic systemic fibrosis (NSF) in oncology patients receiving gadoxetic acid and updated risk of estimate of NSF in patients receiving gadoxetic acid with moderate and severe renal impairment[J]. Abdom Radiol (NY), 2022, 47(3):1196-1201. DOI: 10.1007/s00261-021-03367-3.

中华医学会

