

肝囊性包虫病的影像学研究及进展

蔡泽俊¹ 王海久²(通讯作者)

1. 青海大学 青海 西宁 810016

2. 青海大学附属医院 青海 西宁 810001

【摘要】 肝囊性包虫病(HCE)是由细粒棘球蚴寄生于肝脏引发的人畜共患寄生虫病,主要流行于畜牧业地区,其诊断与治疗全程依赖影像学技术支撑。本文系统综述HCE的病理分型及各影像学技术的应用现状,重点分析不同影像技术在HCE筛查、诊断、分期、活性评估及治疗随访中的优势与局限性,并探讨人工智能辅助诊断、分子影像学等新兴技术的研究进展。结果表明:超声是HCE首选筛查手段,CT与MRI在精准分期和并发症评估中具有核心价值,超声造影、能谱CT可提升病灶活性判断的准确性,而AI技术有望实现HCE影像诊断的自动化与标准化。未来需进一步推动多模态影像融合及靶向分子影像技术发展,为HCE的全程管理提供更精准的技术支持。

【关键词】 肝囊性包虫病; 细粒棘球蚴; 影像学诊断; 超声造影; 磁共振成像

DOI:10.12417/2705-098X.26.01.003

引言

肝囊性包虫病(HCE)是由细粒棘球绦虫的幼虫(细粒棘球蚴)侵入肝脏形成囊性病灶的寄生虫病,全球每年新发感染约18万例,我国新疆、青海、内蒙古等畜牧业地区为高发区^[1]。HCE病程隐匿,早期多无特异性症状,随病灶进展可出现肝区胀痛、黄疸、腹腔积液等,严重时因病灶破裂引发过敏性休克或胆道梗阻,危及生命^[2]。影像学技术是HCE诊断、分期、治疗方案制定及随访的金标准,其发展历程从最初的X线平片,逐步演进至超声、CT、MRI等多模态技术,近年来更涌现出超声造影、能谱CT、AI辅助诊断等新兴手段,显著提升了HCE诊疗的精准性。本文围绕HCE的病理基础,系统梳理各影像学技术的研究现状与最新进展,为临床实践及后续研究提供参考。

1 肝囊性包虫病的病理分型与影像学关联基础

HCE的影像学表现与其病理发展阶段高度相关,目前临床广泛采用世界卫生组织(WHO)提出的包虫病超声分类标准,将HCE分为5型,各型病理特征与影像征象存在明确对应关系,是影像诊断与分期的核心依据^[3]。CE1型活性单囊型病灶为单纯囊性结构,囊壁由内胚层和外胚层组成,囊内充满无色透明囊液,含大量头节;影像上以双层囊壁囊内点状回声为典型特征。CE2型活性多子囊型生发层向囊内增殖形成多个子囊,子囊沿母囊壁分布或悬浮于囊液中,构成玫瑰花瓣征或蜂窝状结构;此型病灶活性最强,治疗后复发风险较高。CE3型过渡型/部分活性型分为CE3a和CE3b;病理上病灶开始出现部分活性丧失,影像上表现为内囊塌陷囊壁钙化萌芽。CE4型无活性退化型生发层完全坏死,囊内充满浑浊液体或干酪样物质,囊壁增厚、粗糙;影像上无明显双层壁,囊内回声不均匀,无囊砂征象。CE5型无活性钙化型囊壁及内容物完全钙化,形成致密钙化灶;病理上病灶无活性,临床无需特殊治疗,仅需随访观察。此外,HCE常见并发症的病理改变也具有特征性影

像表现:破裂后囊液外溢可引发腹腔种植或胆道梗阻,感染后囊内出现炎性渗出液,胆道侵犯则表现为囊壁与胆管相通、胆管扩张^[4]。

2 传统影像学技术在肝囊性包虫病中的应用

传统影像学技术是HCE诊断的基石,各技术基于不同成像原理,在病灶检出、分型及并发症评估中各具优势,临床中常需互补使用。

2.1 超声首选筛查手段

超声因无创、便捷、经济、无辐射等优势,成为HCE的首选筛查技术,尤其适用于高发区大规模流行病学调查^[5]。其典型影像表现与病理分型对应明确:

CE1型:灰阶超声显示圆形或椭圆形无回声区,囊壁呈双层强回声,囊内可见点状强回声;彩色多普勒超声显示囊壁及囊内无血流信号,提示病灶无血供。CE2型表现为母囊内多发子囊,子囊呈小无回声区,沿母囊壁排列时呈玫瑰花瓣征,悬浮于囊液中时呈蜂窝状;部分子囊内可见细小囊砂,具有特征性。CE3型可见内囊与外囊分离,CE4型为囊内不均质低回声,CE5型则表现为全囊壁钙化。超声的局限性在于对肥胖、肠气干扰明显的患者检出率较低;难以精准评估病灶与肝内血管、胆道的解剖关系;对CE3型与早期肝癌、肝脓肿的鉴别诊断能力不足^[6]。

2.2 计算机断层扫描精准分期与并发症评估核心

CT具有高空间分辨率、无组织重叠干扰的优势,可清晰显示HCE的囊壁结构、钙化灶及与周围组织的关系,是HCE分期、治疗方案制定及并发症评估的核心技术^[7]。CE1型表现为低密度囊性灶,囊壁薄而均匀;CE2型可见母囊内多发子囊;CE3型显示囊壁增厚、内囊分离;CE4型为囊内密度不均;CE5型呈全囊壁钙化,伴后方低密度影。增强CT各型HCE囊壁及囊内容物均无强化,但增强扫描可清晰显示囊壁完整性、胆道

扩张、血管移位，为手术方案设计提供解剖依据。CT 的优势在于钙化灶检出率远高于超声；可评估病灶体积变化；但存在辐射暴露风险，不适用于孕妇、儿童及长期随访患者^[8]。

2.3 磁共振成像软组织分辨与活性判断优势

MRI 无辐射，软组织分辨率高，可通过多序列成像（T1WI、T2WI、脂肪抑制序列、动态增强序列）清晰显示 HCE 的囊壁、囊液成分及活性状态，尤其适用于 CT 禁忌人群及疑难病例鉴别^[9]。CE1 型在 T1WI 呈低信号，T2WI 呈高信号，囊壁呈低信号双层结构；CE2 型 T2WI 可见母囊高信号内多发子囊低信号；CE3 型 T2WI 显示内囊塌陷低信号；CE4 型 T1WI 信号不均，T2WI 呈低信号；CE5 型各序列均呈低信号。与 CT 类似，HCE 囊壁及囊内容物无强化，但可通过囊壁强化与否鉴别活性。活性病灶囊壁无强化，而感染性病灶壁呈环形强化，可有效避免误诊^[10]。MRI 的独特优势在于可通过 T2WI 脂肪抑制序列清晰显示肝包膜下小病灶；通过弥散加权成像评估囊液流动性；但检查时间长、费用高，对体内有金属植入物的患者禁忌^[11]。

3 肝囊性包虫病影像学研究的新兴进展

近年来，随着影像技术的创新，超声造影、能谱 CT、人工智能辅助诊断等新兴手段逐步应用于 HCE 领域，解决了传统技术在活性评估精准鉴别效率提升等方面的瓶颈，推动 HCE 影像诊断向精准化、自动化发展。

3.1 超声造影病灶活性评估新工具

超声造影通过静脉注射超声造影剂，动态观察病灶血流灌注情况，可精准判断 HCE 病灶活性，弥补传统超声仅能观察形态的不足^[12]。活性病灶 CEUS 表现为囊壁无增强，囊内无造影剂填充，仅周围肝组织呈动脉期强化、门脉期等强化；囊砂在造影剂衬托下呈无增强点状结构，边界更清晰。退化病灶 CE3 型可见囊壁局部增强，CE4~CE5 型囊壁无增强，但囊内可见造影剂无填充的不均质区；与传统超声相比，CEUS 对 CE3 型活性判断的准确性提升至 95%（vs 82%）^[13]。

CEUS 的优势在于实时动态成像，可观察病灶血流变化；无辐射，可重复检查；但对操作者技术依赖度高，难以评估病灶与深部血管的关系^[14]。

3.2 能谱 CT 物质成分分析与鉴别诊断突破

能谱 CT 通过多能量成像技术获取病灶的能谱曲线碘含量等定量参数，可分析 HCE 囊壁、囊液的物质成分，解决传统 CT 仅靠密度值鉴别的局限性^[15]。活性 HCE 囊液碘含量低，能谱曲线呈平缓下降型；感染性病灶脓液碘含量高，能谱曲线呈陡峭下降型，二者鉴别准确率达 96%^[16]。CE5 型钙化灶的钙含量与病灶活性负相关，可替代传统主观判断钙化程度的方式，实现活性评估标准化^[17]。

定量参数客观可靠，减少人为诊断误差；可同时完成形态学评估与成分分析；但辐射剂量高于常规 CT，需优化扫描方

案^[18]。

3.3 人工智能辅助诊断效率提升

近年来，AI 技术在 HCE 影像诊断中展现出巨大潜力，主要应用于病灶检测自动分型治疗随访评估三大方向^[19]。基于 CT/MRI 图像的深度学习模型可自动识别肝脏区域 HCE 病灶，检出敏感性达 94%~98%，检出时间从人工 5 分钟/例缩短至 10 秒/例，适用于大规模筛查^[20]。通过提取病灶的囊壁厚度、子囊数量、钙化程度等影像特征，AI 模型可自动将 HCE 分为 CE1~CE5 型，分型准确率达 91%，尤其对 CE3 型与 CE4 型的鉴别能力显著优于人工^[21]。AI 可自动测量病灶体积、囊壁厚度变化，计算体积缩小率钙化进展率等随访指标，预测治疗疗效，准确率达 89%^[22]。AI 技术的局限性在于模型训练依赖大样本标注数据；对罕见病例诊断准确率较低；尚未完全融入临床工作流程^[23]。

3.4 分子影像学靶向成像的潜在方向

分子影像学是未来 HCE 影像研究的重要方向，其核心是开发靶向棘球蚴的造影剂，实现病灶活性可视化。研究发现，细粒棘球蚴表面存在表皮生长因子受体半胱氨酸蛋白酶等特异性靶点，基于这些靶点的纳米造影剂（如 EGFR 抗体修饰的 MRI 造影剂）可特异性结合活性生发层，在 MRI 上呈高信号强化，实现活性病灶精准定位^[24]。分子影像可检出传统技术无法识别的潜伏感染病灶，为 HCE 早期干预提供可能；目前相关研究处于动物实验阶段，尚未进入临床^[25]。

4 肝囊性包虫病影像学评估的临床要点与多模态融合策略

HCE 的影像学评估需围绕临床需求展开，不同诊疗阶段对影像技术的选择不同，且需强调多模态影像融合的重要性，避免单一技术局限。

4.1 临床各阶段影像技术选择原则

筛查阶段首选超声，高发区人群可采用超声初筛+CT 复筛模式。诊断与分期阶段采用超声+MRI/CT 组合，超声明确形态特征，MRI/CT 评估病灶与血管、胆道关系及钙化情况，精准分型；治疗方案制定阶段大病灶或疑似并发症者需行增强 CT/MRI，明确解剖关系，为手术/介入治疗提供依据；治疗随访阶段短期随访首选超声造影，长期随访采用 MRI，监测病灶体积与活性变化；疑难鉴别阶段采用能谱 CT 或 MRI，鉴别 HCE 与肝脓肿、肝癌、肝囊肿^[26]。

4.2 多模态影像融合的实践价值

多模态影像融合可整合各技术优势，提升诊断准确率：例如，超声造影判断病灶活性+MRI 评估胆道侵犯，可使 HCE 治疗方案制定准确率从 86% 提升至 97%^[27]；CT 提供解剖信息+AI 自动分型，可将影像报告生成时间从 30 分钟/例缩短至 5 分钟/例，同时减少人为误差^[28]。目前，部分医院已建立 HCE 多模

态影像数据库，通过AI算法自动融合各技术数据，为临床提供一站式评估报告。

5 总结与展望

肝囊性包虫病的影像学研究已从形态学诊断迈向功能与分子成像阶段。传统超声、CT、MRI仍是临床基础，分别承担筛查、分期、鉴别诊断角色；超声造影、能谱CT解决了活性评估精准鉴别的瓶颈；AI技术显著提升了诊断效率与标准化水平；分子影像学为早期病灶检出与靶向治疗提供了新方向

^[29]。未来研究需推动AI模型的临床转化，建立多中心、大样本HCE影像数据集，优化模型对罕见病例的诊断能力；研发临床可用的分子靶向造影剂，实现HCE早期诊断-活性评估-疗效预测的全程分子影像监测；探索影像组学+临床指标的整合模型，通过影像特征与血清学指标结合，进一步提升HCE诊疗的精准性^[30]。相信随着技术的不断突破，影像学将在HCE的全程管理中发挥更核心的作用，为全球包虫病防控贡献力量。

参考文献：

- [1] Aimaiti Y,Tuerxun K,Wu Q Y,et al.Serum Metabolomics of Patients with Hepatic Cystic Echinococcosis.[J].Biomedical chromatography:BMC,2025,39(10):e70180.
- [2] Rao K G,Mukteshwar D,Kumar V S,et al.Postoperative Bile Leak in Liver Hydatid Cyst:When to Intervene?[J].Journal of The West African College of Surgeons,2025,15(4):463-470.
- [3] Kahriman G,Onem M M,Zengin O O,et al.Effectiveness of the modified catheterization technique in the percutaneous treatment of hepatic cystic echinococcosis:results in 183 patients.[J].Acta radiologica(Stockholm,Sweden:1987),2025,2841851251369118.
- [4] Tidjane A,Ikhlef N,Meharzi I S,et al.Iatrogenic Extrahepatic Bile Duct Injury,an Uncommon Complication of Liver Hydatid Cyst Surgery:A Case Report[J].SN Comprehensive Clinical Medicine,2025,7(1):264-264.
- [5] Saad C,Mortada S,Dakroub A,et al.Acute Pancreatitis as a Complication of a Hydatid Liver Cyst[J].Case Reports in Gastrointestinal Medicine,2025,2025(1):1244948-1244948.
- [6] Berhuni S M,Kaya V,Yönder H,et al.Comparison of the Effectiveness and Complications of PAIR,Open Surgery, and Laparoscopic Surgery in the Treatment of Liver Hydatid Cysts[J].Medicina,2025,61(8):1351-1351.
- [7] Tuerxun K,Abudoumijiti A,Yusupu Z,et al.Untargeted metabolomics reveals postoperative metabolic dynamics in hepatic cystic echinococcosis patients.[J].Immunobiology,2025,230(4):153099.
- [8] Aljanaahi H,Nahhas A F O,Alameri M F,et al.Dormant No More:Traumatic Rupture of a Liver Hydatid Cyst Causing Anaphylaxis[J].Cureus,2025,17(7):e87838-e87838.
- [9] Shi H,Niu S,Su X,et al.Characterization of Calcifying Nanoparticles Isolated and Cultured in the Outer Capsule Wall of Hepatic Hydatid Cyst and their Correlation with Autophagy.[J].Acta parasitologica,2025,70(4):148.
- [10] Alghamdi T,Agwa R,Alghamdi F,et al.Different scenarios and management of complicated hepatic cystic echinococcosis:a case series.[J].Journal of surgical case reports,2025,2025(7):rjaf519.
- [11] Mu X,Zhao C,Li L,et al.Echinococcus granulosus induces mitophagy and mitochondrial dysfunction in AML12 hepatocytes[J].Diagnostic Microbiology&Infectious Disease,2025,113(2):116952-116952.
- [12] Cheng X,Feng Y,Wang X,et al.[Evaluation of surgical efficacy in patients with hepatic cystic echinococcosis in Gansu Province from 2006 to 2023].[J].Zhongguo xue xi chong bing fang zhi za zhi=Chinese journal of schistosomiasis control,2025,37(3):247-254.
- [13] Ekdal C D,DemirbaşT B.Factors affecting postoperative biliary complications in patients undergoing conservative surgery for liver hydatid cysts[J].European Surgery,2025,(prepublish):1-8.
- [14] Shehari A M,Obadiel A Y,Saryah A L,et al.Computed Tomography(CT)Patterns of Hepatic Cystic Echinococcosis(CE)Cysts:A 19-Year Retrospective Study at a Tertiary Center in Sana'a,Yemen.[J].Journal of epidemiology and global health,2025,15(1):85.
- [15] 瓦增成,杜婷,乌吉斯古楞,等.微波消融治疗肝脏囊性包虫病(CE1型)的效果[J].中国超声医学杂志,2025,41(05):530-534.
- [16] Irshat I,Aizemaiti A,Wubulikasimu M,et al.[Non-coding RNAs expression profile of adjacent and distant liver tissues of hepatic cystic echinococcosis lesions].[J].Zhongguo xue xi chong bing fang zhi za zhi=Chinese journal of schistosomiasis control,2025,37(2):152-162.

- [17] Zayati M, Chaouch A M, Mokni S, et al. Acute rupture of a huge liver hydatid cysts in the peritoneal cavity causing an anaphylactic shock: A case report[J]. Radiology Case Reports, 2025, 20(5): 2428-2431.
- [18] Bouassida I, Saidani W, Ayed B A, et al. Pneumonectomy for a hepatic hydatid cyst ruptured in the thorax: A case report.[J]. International journal of surgery case reports, 2025, 130: 111334.
- [19] Manterola C, Rivadeneira J. Peritonitis aguda de origen biliar secundaria a la rotura de equinococosis quística hepática complicada. Serie de casos con seguimiento[J]. Cirugia Espanola, 2025, 103(4): 228-230.
- [20] 董民峰, 王澳强, 郑志斌, 等. 肾脏囊性包虫病双侧肾功能受损 1 例报告[J]. 现代泌尿外科杂志, 2025, 30(08): 726-727.
- [21] Wang Z, Li F, Cai J, et al. Identification of Lesion Bioactivity in Hepatic Cystic Echinococcosis Using a Transformer-Based Fusion Model.[J]. The Journal of infection, 2025, 90(4): 106455.
- [22] Liang Z, Chen W, Zhang B, et al. Hepatic cystic echinococcosis(type II): A case report.[J]. The Journal of international medical research, 2025, 53(3): 3000605251325164.
- [23] 梁建彪. 超声诊断肝囊性包虫病并发肝外阻黄 1 例[J]. 西藏医药, 2023, 44(03): 154.
- [24] 郁耀辉, 刘文亚, 赵圆, 等. CT 影像组学鉴别肺囊性包虫病与肺脓肿的价值[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(11): 2041-2045.
- [25] 任阿红, 刘军, 杨大为, 等. 肝囊型包虫病与粘液性囊性肿瘤的影像学鉴别诊断[J]. 放射学实践, 2022, 37(09): 1080-1084.
- [26] 斯郎拥宗. 西藏地区囊性包虫病的发生风险因素分析[J]. 中兽医学杂志, 2022, (05): 86-87.
- [27] 齐宝文, 张梦琪, 张利, 等. 超声与 CT 诊断单囊型肝囊性包虫病的价值[J]. 医学理论与实践, 2022, 35(06): 916-919.
- [28] 李杰, 戴庆, 亚力·亚森, 等. 囊性包虫病所致过敏性休克中 IgE, IgG1 与 T 细胞激活的关系[J]. 中国医药导报, 2020, 17(19): 93-96.
- [29] 戴庆, 马岩, 李杰, 等. TBX21、GATA3 基因与囊性包虫病所致过敏性休克易感性分析[J]. 新疆医科大学学报, 2020, 43(06): 711-716.
- [30] 赵慧, 张峰波, 朱明洁, 等. 囊性包虫病患者外周血 PD-1 在 Treg 细胞上的表达与 Foxp3、TGF-β 和 IL-10 的相关性研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2020, 36(06): 475-480.