

MR 酰胺质子转移成像在鉴别肝细胞癌与肿块型肝内胆管癌中的价值

黄京城, 王文剑, 杨鑫, 孙骏, 傅剑雄, 叶靖, 罗先富

【摘要】 目的:探讨酰胺质子转移(APTw)成像与扩散加权成像(DWI)在肝细胞癌(HCC)与肿块型肝内胆管癌(IMCC)鉴别诊断中的价值。**方法:**150 例疑似肝占位的患者进行前瞻性上腹部 MRI 检查,包括 APTw 及 DWI 序列,将病理结果证实为 HCC 与 IMCC 患者纳入研究。由两名放射科医师独立在 APTw 及 ADC 图像上测量得到病灶的 APTw 值及 ADC 值。采用独立样本 t 检验分析 HCC 与 IMCC 之间的 APTw 值及 ADC 值差异。采用 Pearson 相关性分析评估病灶 APTw 值与 ADC 值之间关系。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 APTw 和 ADC 鉴别 HCC 和 IMCC 的诊断性能。**结果:**76 例患者纳入本研究,包括 53 例 HCC 患者,23 例 IMCC 患者;HCC 组的 APTw 值高于 IMCC 组 ($1.37 \pm 0.99\%$ vs. $-0.31 \pm 0.79\%$, $P < 0.001$)。HCC 组的 ADC 值低于 IMCC [$(0.87 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ vs. $(1.02 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $P < 0.001$]。此外,APTw 与 ADC 呈负相关 ($R = -0.44$, $P < 0.001$)。鉴别 HCC 和 IMCC 时,APTw 的受试者曲线下面积(AUC)高于 ADC (0.90 vs. 0.72, $P < 0.001$)。APTw 鉴别 IMCC 和 HCC 的最佳截断值为 0.04%,敏感度 92%,特异度 78%。**结论:**APTw 定量成像在鉴别 HCC 和 IMCC 时优于 DWI 定量,可能为两者鉴别提供一定的辅助诊断价值。

【关键词】 癌,肝细胞;肝内胆管癌;磁共振成像

【中图分类号】 R730.261;R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)10-1374-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.10.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The preliminary study of MR Amide proton transfer-weighted for distinguishing hepatocellular carcinoma from intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma HUANG Jing-cheng, WANG Wen-jian, YANG Xin, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Anhui 233004, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the effectiveness of amide proton transfer-weighted imaging (APTw) and diffusion-weighted imaging (DWI) in distinguishing between hepatocellular carcinoma (HCC) and mass intrahepatic cholangiocarcinoma (IMCC). **Methods:** A total of 150 patients with focal liver lesions were prospectively enrolled in this study for upper abdomen MRI scans, which included APTw and DWI sequences. Patients diagnosed with HCC and IMCC, confirmed by pathology, were included in the study. The APTw and ADC values of the lesions were independently measured by two radiologists on the APTw and ADC images. The differences in APTw and ADC values between HCC and IMCC were analyzed using an independent sample t -test. Pearson correlation analysis was utilized to evaluate the relationship between APTw values and ADC values. Moreover, the diagnostic performances of APTw and ADC in differentiating HCC and IMCC were analyzed using a receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** A total of 76 patients were enrolled in this study, including 53 HCC patients and 23 IMCC patients. The APTw value of the HCC group was found to be higher than that of the IMCC group [$(1.37 \pm 0.99)\%$ vs. $(-0.31 \pm 0.79)\%$, $P < 0.001$], while the ADC value of the HCC group was lower $(0.87 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ compared to the IMCC group [$(1.02 \pm 0.20) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $P < 0.001$]. Additionally, there was a negative correlation found between APTw value and

作者单位:225001 江苏,扬州大学临床医学院、苏北人民医院医学影像科(黄京城、王文剑、杨鑫、孙骏、傅建雄、叶靖、罗先富);233004 安徽,蚌埠医科大学第一附属医院放射科(黄京城)

作者简介:黄京城(1995-),男,安徽蚌埠人,硕士,住院医师,主要从事肝脏疾病新技术及人工智能研究。

通讯作者:罗先富, E-mail: xianfu-luo@hotmail.com

基金项目:苏北人民医院第七批院级扶持技术项目(FCJS202352)

ADC value ($R=0.44, P<0.001$). The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) of APTw was higher than that of ADC in differentiating HCC from IMCC (0.90 vs. 0.72, $P<0.001$). Moreover, the optimal cut-off value of APTw for differentiating IMCC from HCC was 0.04%, with a sensitivity of 92% and specificity of 78%. **Conclusion:** The quantitative imaging of APTw surpassed DWI in the differential diagnosis of HCC and IMCC, thereby providing valuable supplementary diagnostic information. The quantitative imaging of APTw has been shown to be more effective than DWI in the differential diagnosis of HCC and IMCC. Thus, APTw imaging provides essential supplementary diagnostic information in the diagnosis of these two liver cancers.

【Key words】 Carcinoma, hepatocellular; Intrahepatic cholangiocarcinoma; Magnetic resonance imaging

肝内胆管癌 (intrahepatic cholangiocarcinoma, ICC) 是仅次于肝细胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC) 的第二大肝脏原发恶性肿瘤, 发病率呈上升趋势。根据形态学特征分为肿块型、管周浸润型及管内生长, 其中肿块型肝内胆管癌 (intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma, IMCC) 约占 ICC 的 80%^[1], 指肿瘤起源于二级以上胆管的上皮并伴有肝内肿块形成。一般情况下 IMCC 与 HCC 据典型征象容易鉴别, 但是当出现不典型征象时两者难以鉴别, 然而这两种疾病在生物学行为、预后和治疗上存在差异^[2,3]。因此, 术前无创性鉴别 IMCC 和 HCC 具有重要的临床意义。

MR 酰胺质子转移 (amide proton transfer-weighted, APTw) 成像通过反应酰胺质子与自由水之间的交换, 从而间接反应活体细胞内环境的改变, 完成对疾病的诊断^[4]。研究表明 APTw 成像在肝脏局灶性病变中应用的可行性, 并且成功用于术前预测肝细胞癌的组织学分级^[5,6]。部分研究证明了 APTw 成像在肿瘤鉴别中的价值^[7-9]。扩散加权成像 (diffusion-weighted imaging, DWI) 已经广泛应用于肝脏, 部分研究表明 IMCC 与 HCC 之间 ADC 值存在显著差异^[10,11]。本研究目的是比较磁共振 APTw 成像与 DWI 技术在 HCC 与 IMCC 鉴别中的临床价值。

材料与方法

1. 研究对象

本研究通过医院伦理管理委员会批准, 获得每位患者检查签署知情同意书。2021 年 6 月—2022 年 6 月前瞻性对肝占位患者进行上腹部 MR 扫描。纳入标准: ① CT 或 B 超诊断为肝占位患者; ② 手术病理或者穿刺病理证实为肝细胞癌或肝内胆管癌 (结合影像); ③ 腹部 MRI 检查与且病理获取时间相隔不超过 2 周; ④ 无相关肝肿瘤治疗的既往史 (化疗栓塞、放疗等); ⑤ 直径 $>2\text{ cm}$ ^[6]。排除标准: ① 患者临床资料不完整; ② 图像存在呼吸伪影, 影响 APTw 及 ADC 值测

量。搜集患者术前一天的临床资料, 主要包括年龄、性别、乙肝表面抗原、甲胎蛋白 (AFP) 水平等情况。

2. MRI 成像方法

MRI 扫描采用 3.0T 扫描仪 (美国 GE Discovery MR750), 32 通道体部相控阵线圈, 外加呼吸门控软管, 肝占位扫描序列屏气轴位 $T_1\text{WI}$ 快速容积采集 (LAVA) 平扫和动态增强序列, 轴位 $T_2\text{WI}$ 快速自旋回波序列及 DWI 序列。DWI 序列参数: TE 66 ms, 有效 TR 12000 ms, $b=0, 1000\text{ s/mm}^2$, 扫描视野 $32\text{ cm}\times 32\text{ cm}$, 矩阵 128×128 , 层厚 5 mm。

对比剂注射前, 采用呼吸触发单层自旋回波平面成像序列进行 APTw 成像。采集了 52 个频率的图像, 其中 49 个频率的增量为 25 Hz, 频率范围为 $-600\sim 600\text{ Hz}$ 。施加的饱和 B1 功率为 2 t , 饱和持续时间为 2000 ms。其他扫描参数为 TE 32.7 ms, 有效 TR 5432 ms, FOV $32\text{ cm}\times 32\text{ cm}$, 矩阵 128×128 , 层厚 5 mm。

3. 图像处理与分析

所有的 APTw 与 ADC 参数图像由扫描主机扫描结束后自动处理完成。由两名具有 5 年和 13 年腹部影像诊断经验的放射科医生进行图像分析, 参考轴位 $T_2\text{WI}$ 图像, 在 APTw M0 图上将 3 个相同的圆形面积约为 $50\sim 60\text{ mm}^2$ 感兴趣区 (ROI) 放置在肿瘤实体部分, 然后将感兴趣区复制到 APT 及 ADC 参数图。在放置 ROI 时, 病灶内囊变、坏死、钙化、出血或大血管尽量被排除 ROI 选择之外。记录 APT 及 ADC 测量值, 我们计算 3 个感兴趣区的平均值。并记录两个观察者的平均值作进一步观察者之间一致性分析。

4. 统计学分析

采用 SPSS 23.0 软件对临床资料及实验室指标进行统计学分析。组内相关系数 (ICC) 用于评估两位放射科医生测量 APTw 和 ADC 值的观察者间一致性。ICC >0.75 为重复性好。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 法, 计量资料若符合正态分布以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示, 两组之间比较采用独立样本 t 检验;

非正态分布的计量资料以中位数和四分位数[M(Q1, Q3)]表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验。定性参数以病例数表示,并采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验比较两组之间的差异。通过 Pearson 相关性统计评估 APTw 和 ADC 值之间的相关性。通过受试者工作特征(ROC)曲线 APTw 与 DWI 的诊断效能,Delong 检验分析两个参数的 ROC 曲线下面积(AUC)的差异。截断值为约登指数(灵敏度+特异度-1)最大时对应

APTw 值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 临床基线特征(表 1)

本研究对 150 例肝占位患者进行 APTw 成像,最终将 76 例患者纳入本研究。53 例 HCC(男 45 例,女 8 例;平均年龄 58 ± 10 岁,范围 27~75 岁),肿瘤最大直径 20~163 mm(中位数 53 mm)。23 例 IMCC(男

表 1 HCC 与 IMCC 间的临床基线特征

变量	HCC (n=53)	IMCC (n=23)	检验值 (<i>t</i> / <i>Z</i> / χ^2)	<i>P</i>
年龄(岁)	57±11	62±11	-1.785	0.078
性别(男/女)	45/8	15/8	3.741	0.053
最大直径(mm)	53.0(32.5,83.5)	60.0(37,80)	-0.13	0.897
单发肿瘤			0.069	0.793
是	40	18		
否	13	5		
肝背景			*	<0.001
慢性乙肝	7	2		
肝硬化	38	7		
无慢性乙肝及肝硬化	8	14		
肿瘤指标				
AFP(ng/mL)	30.4(5.3,916.0)	3.9(2.1,14.2)	-3.525	<0.001
CA19-9(U/mL)	20.7(10.0,37.5)	72.0(13.3,868.0)	-2.562	0.01
肿瘤位置			2.178	0.14
左叶	16	11		
右叶	37	12		

注:*表示采用 Fisher 精确检验。

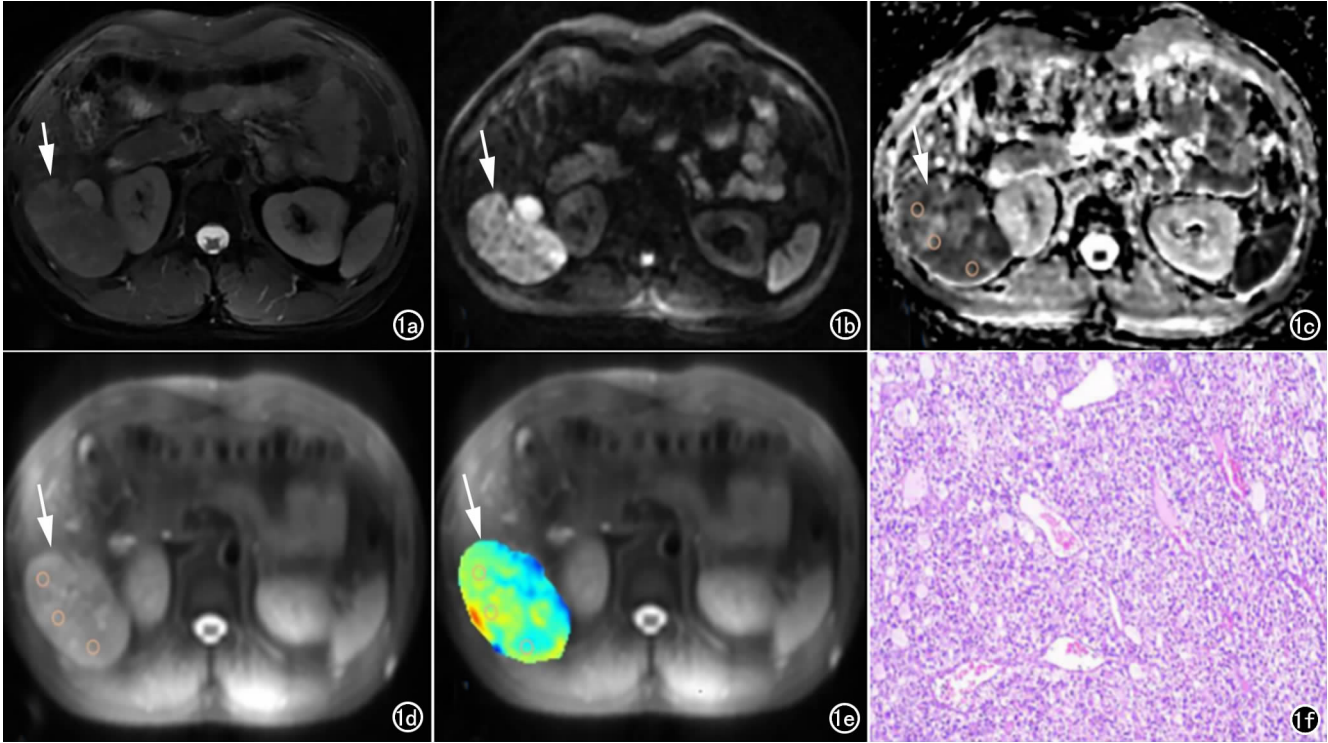


图 1 患者,男,27 岁,术后病理证实为肝细胞癌。a)T₂WI 示肝右叶团块状均匀稍高信号(箭);b)DWI 明显高信号(*b*=1000)(箭);c)ADC 明显低信号(箭);d)不饱和的 M0 图像(箭);e)M0 与 APTw 融合图像;f)HE 染色(×200)显示 HCC 组织具有高肿瘤细胞密度。ROI 的 APTw 均值为 2.77%,ADC 均值为 $0.79\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。

15 例,女 8 例;年龄 45~80 岁,平均 62 ± 11 岁),肿瘤最大直径范围 20~130 mm(中位数 60 mm)。HCC 和 IMCC 之间在年龄、性别和肿瘤最大直径无显著差异。HCC 组 AFP 水平明显高于 IMCC 组 ($P<0.05$),CA19-9 水平明显低于 IMCC 组 ($P<0.05$),慢性乙型肝炎或肝硬化发生率(85%)高于 IMCC 组(39%)。

2. 组间 APTw 与 ADC 值比较

APT_w 及 ADC 值两位医师测量的 ICC 分别为 0.89 及 0.91,表明测量值具有较高的可重复性。HCC 组中 APT_w 值范围(−1.42~3.76)%,ADC 值范围(0.64~1.22)×10^{−3} mm²/s;IMCC 组中 APT_w 值范围(−1.39~1.23)%,ADC 值范围(0.72~1.53)×10^{−3} mm²/s。

HCC 组的 APT_w 值明显高于 IMCC 组($1.37\pm 0.99\%$ vs. $-0.31\pm 0.79\%$, $P<0.001$),ADC 值显著低于 IMCC 组[(0.87 ± 0.14)×10^{−3} mm²/s vs. (1.02 ± 0.20)×10^{−3} mm²/s, $P<0.001$](表 2)。图 1 和图 2 显示了 HCC 和 IMCC 的典型病例。在 HCC

患者中观察到较高的 APT_w(图 1e、图 2e)。相比之下 HCC 患者的 ADC 值低于 IMCC 患者(图 1c、图 2c)。

76 肝肿瘤患者 APT_w 与 ADC 呈负相关($R=-0.44$, $P<0.001$,图 3a)。HCC 组 APT_w 值与 ADC 值呈负相关($R=-0.29$, $P=0.034$,图 3b),而 IMCC 组 APT_w 值与 ADC 值无显著相关性($R=-0.26$, $P=0.231$,图 3)。

3. APTw 及 ADC 值在 HCC 与 IMCC 鉴别诊断效能比较

APT_w 和 ADC 的 ROC 分析结果如图 4。APT_w 的 AUC 高于 ADC(0.90 vs. 0.72, $P=0.009$)。鉴别 HCC 与 IMCC 的 APT_w 截断值为 0.04%,敏感度 92%,特异度 78%,而 ADC 的截断值 0.92×10^{-3} mm²/s,敏感度和特异度分别为 70%和 70%。联合应用 APT_w 和 ADC 的治疗效果优于 ADC(AUC 0.91 vs. 0.72, $P=0.004$),但与 APT_w 相比差异无统计学意义(AUC 0.91 vs. 0.90, $P=0.649$)。

表 2 HCC 与 IMCC 平均 APTw 及 ADC 值比较

参数	HCC (n=53)	IMCC (n=23)	<i>t</i>	<i>P</i>
APT _w (%)	1.37 ± 0.99	-0.31 ± 0.79	7.185	<0.001
ADC (×10 ^{−3} mm ² /s)	0.87 ± 0.14	1.02 ± 0.20	−3.726	<0.001

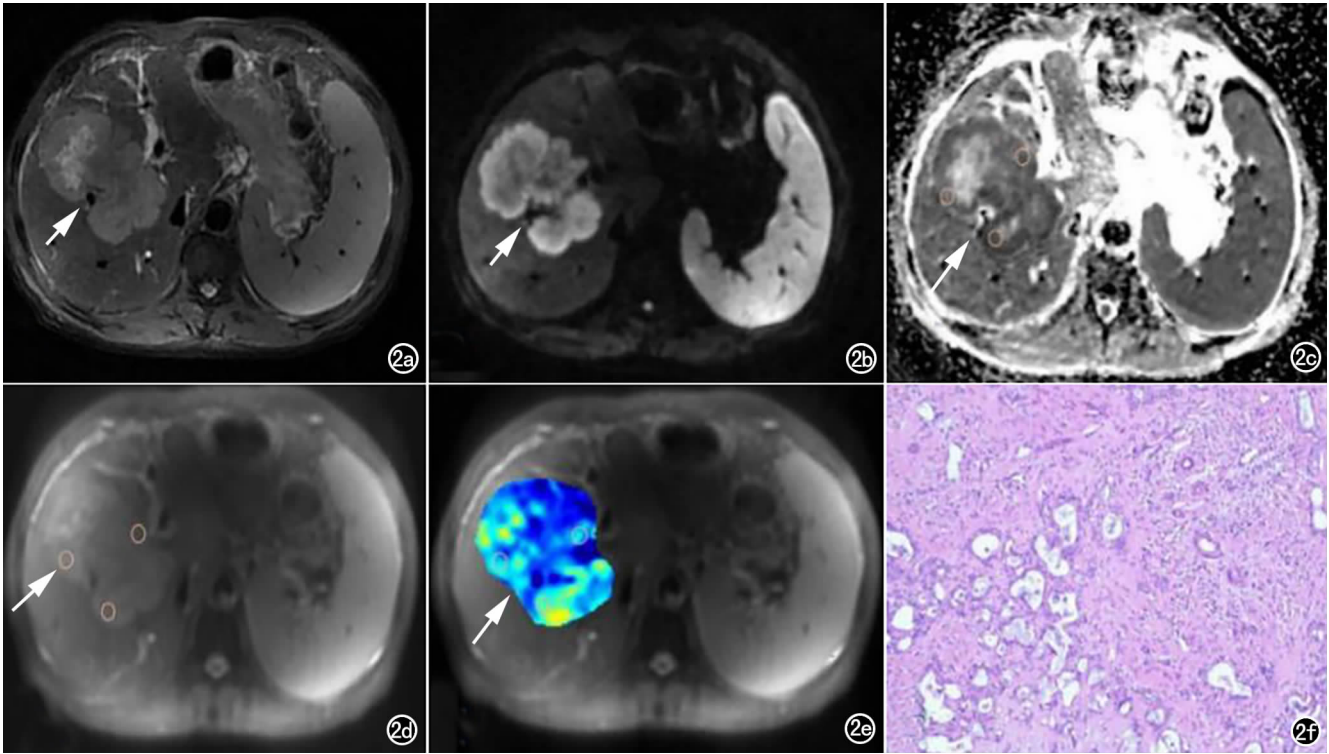


图 2 患者,男,65 岁,术后病理证实为胆管癌。a)T₂WI 示肝右叶团块状不均匀稍高信号(箭);b)DWI 明显高信号($b=1000$)(箭);c)ADC 病灶边缘低信号(箭);d)不饱和的 M0 图像(箭);e)M0 与 APT_w 融合图像;f)HE 染色(×200)显示 ICC 组织具有胆管扩张和丰富的纤维基质。ROI 的 APT_w 均值为 −0.22%,ADC 均值为 0.95×10^{-3} mm²/s。

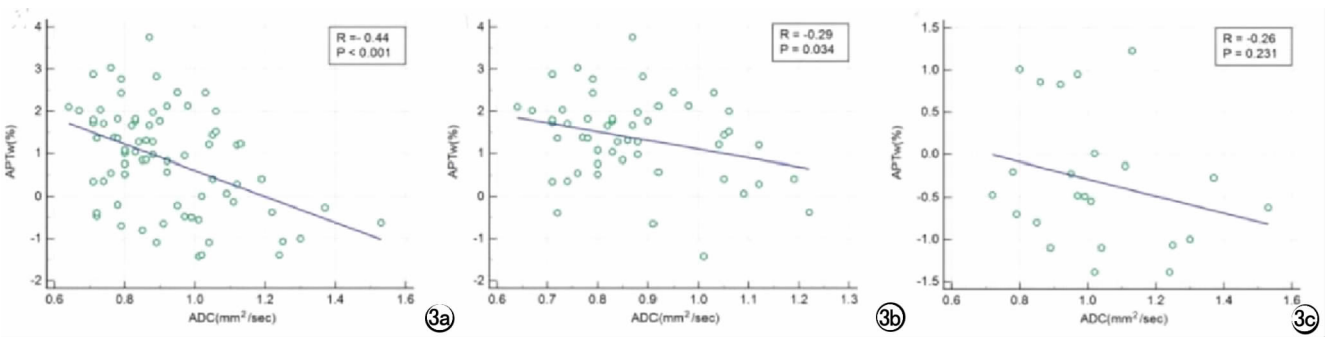


图 3 APTw 和 ADC 间 Pearson 相关分析的散点图。a) 在所有患者中 APTw 与 ADC 呈中度负相关；b) 在 HCC 组 APTw 与 ADC 呈轻度负相关；c) 在 IMCC 组 APTw 与 ADC 无显著相关性。

讨 论

HCC 与 IMCC 的临床治疗方式存在差异,所以术前对其无创性的鉴别诊断非常重要。本研究发现 IMCC 的 APTw 值高于 HCC。APTw 鉴别 HCC 与 IMCC 的 AUC 值较高 ($AUC=0.90$),明显优于 DWI ($AUC=0.72, P<0.001$)。作为一种新颖的分子磁共振技术,APTw 可作为增强 MRI 的补充,成为术前鉴别 HCC 与 IMCC 的有效生物学标志物。

APT 成像是一项磁共振新技术,无需外源对比剂,能够反应组织内游离的酰胺质子与自由水质子交换速率,而这种交换速率主要体内蛋白质与肽的浓度及酸碱度有关^[12]。所以在一定条件下蛋白质浓度越高,交换速率越快,APT 信号越高,表现为 APTw 值也越高。目前,越来越多的研究证明了 APT 成像技

术在肿瘤领域的应用价值,包括颅内肿瘤、胸部肿瘤、乳腺肿瘤、前列腺肿瘤、宫颈肿瘤及膀胱肿瘤等,广泛用于肿瘤的鉴别、组织学分级、Ki-67 标记指数及肿瘤疗效的预测等方面^[13-19]。由于腹部受呼吸运动伪影等限制,导致 APT 成像技术在人体肝脏相关研究尚少,但有学者证明了 APT 成像技术在鉴别肝脏局灶性病变的可行性,并且成功的鉴别肝细胞癌及转移瘤^[6]。最近有研究表明了 APT 技术成功预测肝细胞肝癌的组织学分级,发现高级别肝细胞肝癌的 APTw 值高于低级别肝细胞肝癌^[5]。但是笔者尚未发现 APT 成像技术应用于 HCC 与 IMCC 鉴别相关的研究。

目前常见生化指标 AFP 及 CA19-9 是两者最具有代表性临床鉴别方法,但是在 IMCC 与 HCC 具有相似的危险因素如肝硬化、慢性病毒性肝炎等,所以影像学的作为其补充手段^[11]。APTw 值一定程度反映了组织内的蛋白质和多肽的含量^[4]。细胞密度的增加、细胞核的异型性、微血管密度和微观坏死,都可能导致组织中可移动的蛋白质和多肽的增加^[20,21],这可能是 HCC 的 APTw 值高于 IMCC 的原因。首先, HCC 的细胞密度高于 IMCC^[22]。既往研究表明由于细胞密度的增加,APTw 值也随之升高^[21,23]。其次,研究表明无论是否具有肝硬化或者肝纤维化背景, HCC 相比肝实质都是一种富血管的肿瘤,而 IMCC 的血管较少^[24]。最后, HCC 来源于肝细胞,而 IMCC 来源于肝内胆管。这两种类型的肿瘤细胞表现出生物学特征不同。本研究我们发现 IMCC 的 ADC 值明显高于 HCC,这与前人的研究结果一致。组织病理学上 HCC 的肿瘤细胞密度高于 IMCC,较高的细胞密度会减少细胞外空间,限制水的扩散,从而降低 ADC 值。此外,IMCC 病灶的中心主要由稀疏的纤维组织组成,细胞外间隙较大^[25],而 HCC 很少见到中央性纤维化^[11]。

Seo 等^[6]研究表明 APTw 成像可以作为区分肝细胞癌与转移瘤的影像生物标志物。我们的研究进一

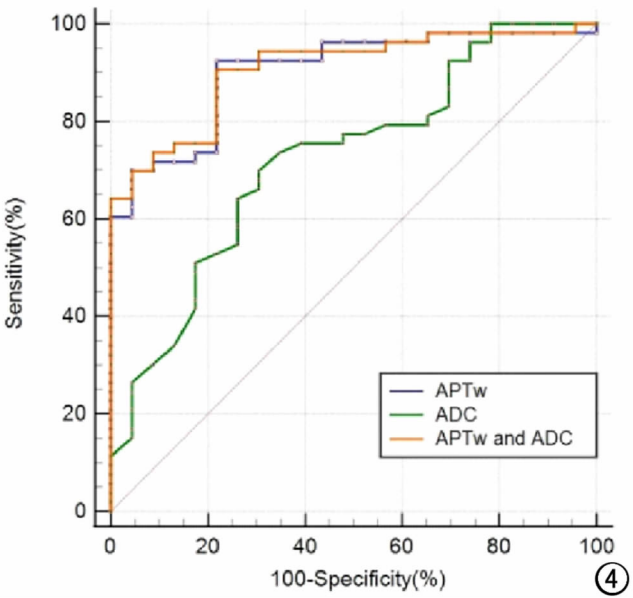


图 4 APTw、ADC 及其组合在鉴别 HCC 和 IMCC 中的受试者工作特性(ROC)曲线。 $AUC_{APTw}=0.90$ (95%CI:0.83~0.97), $AUC_{ADC}=0.72$ (95%CI:0.60~0.85), $AUC_{APTw \& ADC}=0.91$ (95%CI:0.84~0.97)。

步表明,APT_w 成像可以区分 HCC 和 IMCC。ROC 曲线分析显示 APT_w MRI 较 DWI 能更有效地鉴别 HCC 与 IMCC,其原因可能是 HCC 与 IMCC 在内源性运动蛋白和多肽含量上的差异大于水分子扩散的差异。此外,APT_w 成像和 DWI 的结合也获得了比 DWI 更好的表现,但与 APT_w 成像相比没有差异,再次表明 APT_w 对肿瘤微环境可能比 DWI 更敏感。此外,我们还发现所有患者的平均 APT_w 与 ADC 值呈中度负相关,而在肝癌组则呈轻度负相关,这可能与肿瘤细胞密度有关。Wu 等^[26] 发现随着 HCC 分级的增加,细胞密度和 APT_w 值增加,而 ADC 值降低,这与我们的结果一致。然而,IMCC 组中平均 ADC 值与 APT_w 之间无显著相关性,我们推测可能与 IMCC 样本量较小有关。

本研究存在的局限性:①样本量较小,今后将进一步扩大样本量验证结论;②APT 扫描为单一层面,无法反应病灶整体信息,今后会进一步探究三维 APT 成像技术在肝脏的应用;③ROI 的选取是以 T₂WI 作为参考,未能与病理相对照,可能会影响研究结果的准确性。

综上所述,APT_w 能以较高的准确率鉴别 HCC 和 IMCC,且 APT_w 的鉴别能力优于 DWI。APT_w 是一种新型磁共振技术,能为临床 HCC 和 IMCC 鉴别诊断提供重要辅助参考价值,从而为临床患者治疗方式的选择提供客观依据。

参考文献:

- [1] Sheng R, Zhang Y, Wang H, et al. A multi-center diagnostic system for intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma based on preoperative MRI and clinical features[J]. Eur Radiol, 2024, 34 (1): 548-559. DOI:10. 1007/s00330-023-10002-w.
- [2] Bridgewater J, Galle PR, Khan SA, et al. Guidelines for the diagnosis and management of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. J Hepatol, 2014, 60(6): 1268-1289. DOI:10. 1016/j. jhep. 2014. 01. 021.
- [3] Kulik L, EL-Serag HB. Epidemiology and management of hepatocellular carcinoma[J]. Gastroenterology, 2019, 156 (2): 477-491. e1. DOI:10. 1053/j. gastro. 2018. 08. 065.
- [4] Zhou J, Payen JF, Wilson DA, et al. Using the amide proton signals of intracellular proteins and peptides to detect pH effects in MRI[J]. Nat Med, 2003, 9(8): 1085-1090. DOI:10. 1038/nm907.
- [5] Lin Y, Luo X, Yu L, et al. Amide proton transfer-weighted MRI for predicting histological grade of hepatocellular carcinoma: comparison with diffusion-weighted imaging[J]. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, 2019, 9(10): 1641-1651. DOI:10. 21037/qims. 2019. 08. 07.
- [6] Seo N, Jeong HK, Choi JY, et al. Liver MRI with amide proton transfer imaging: feasibility and accuracy for the characterization of focal liver lesions[J]. Eur Radiology, 2021, 31 (1): 222-231. DOI:10. 1007/s00330-020-07122-y.
- [7] Chen L, Li T, Li Y, et al. Combining amide proton transfer-weighted and arterial spin labeling imaging to differentiate solitary brain metastases from glioblastomas[J]. Magn Reson Imaging, 2023, 102: 96-102. DOI:10. 1016/j. mri. 2023. 05. 004. PMID: 37172748.
- [8] Zhang HW, Liu XL, Zhang HB, et al. Differentiation of meningiomas and gliomas by Amide proton transfer imaging: a preliminary study of brain tumour infiltration[J]. Front Oncol, 2022, 12: 886968. DOI:10. 3389/fonc. 2022. 886968. PMID: 35646626
- [9] Yu L, Li C, Luo X, et al. Differentiation of malignant and benign head and neck tumors with Amide proton transfer-weighted MR imaging[J]. Mol Imaging Biol, 2019, 21(2): 348-55 DOI:10. 1007/s11307-018-1248-1.
- [10] Lewis S, Peti S, Hectors SJ, et al. Volumetric quantitative histogram analysis using diffusion-weighted magnetic resonance imaging to differentiate HCC from other primary liver cancers[J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44 (3): 912-922. DOI: 10. 1007/s00261-019-01906-7.
- [11] Zou X, Luo Y, Li Z, et al. Volumetric apparent diffusion coefficient histogram analysis in differentiating intrahepatic mass-forming cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma[J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 49(4): 975-983. DOI:10. 1002/jmri. 26253.
- [12] Zhou JY, Payen JF, Wilson DA, et al. Using the amide proton signals of intracellular proteins and peptides to detect pH effects in MRI[J]. Nature Medicine, 2003, 9 (8): 1085-1090. DOI: 10. 1038/nm907.
- [13] Yu H, Lou H, Zou T, et al. Applying protein-based amide proton transfer MR imaging to distinguish solitary brain metastases from glioblastoma[J]. Eur Radiology, 2017, 27(11): 4516-4524. DOI:10. 1007/s00330-017-4867-z.
- [14] Ohno Y, Kishida Y, Seki S, et al. Amide proton transfer-weighted imaging to differentiate malignant from benign pulmonary lesions: comparison with diffusion-weighted imaging and FDG-PET/CT[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2018, 47(4): 1013-1021. DOI:10. 1002/jmri. 25832.
- [15] Liu Z, Wen J, Wang M, et al. Breast Amide proton transfer imaging at 3T: diagnostic performance and association with pathologic characteristics[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2023, 57 (3): 824-833. DOI:10. 1002/jmri. 28335.
- [16] Guo Z, Qin X, Mu R, et al. Amide proton transfer could provide more accurate lesion characterization in the transition zone of the prostate[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2022, 56 (5): 1311-1319. DOI:10. 1002/jmri. 28204.
- [17] Wang HJ, Cai Q, Huang YP, et al. Amide proton transfer-weighted MRI in predicting histologic grade of bladder cancer[J]. Radiology, 2022, 305(1): 127-134. DOI:10. 1148/radiol. 229017.
- [18] 侯孟岩, 孟楠, 王竞, 等. 酰胺质子转移成像与 DWI 诊断宫颈鳞癌并评估其分级的对比研究[J]. 放射学实践, 2021, 36 (1): 98-102. DOI:10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2021. 01. 019.
- [19] 胡文君, 刘爱连, 陈丽华, 等. 酰胺质子转移成像联合 T₂-mapping 鉴别前列腺癌与前列腺增生的价值[J]. 放射学实践, 2022, 37 (11): 1416-1421. DOI: 10. 13609/j. cnki. 1000-0313. 2022. 11. 015.
- [20] Chen W, Li L, Yan Z, et al. Three-dimension amide proton transfer MRI of rectal adenocarcinoma: correlation with pathologic

- prognostic factors and comparison with diffusion kurtosis imaging[J]. Eur Radiol, 2021, 31(5): 3286-3296. DOI: 10. 1007/s00330-020-07397-1.
- [21] Togao O, Yoshiura T, Keupp J, et al. Amide proton transfer imaging of adult diffuse gliomas; correlation with histopathological grades[J]. Neuro Oncol, 2014, 16(3): 441-448. DOI: 10. 1093/neuonc/not158.
- [22] Zheng BH, Ma JQ, Tian LY, et al. The distribution of immune cells within combined hepatocellular carcinoma and cholangiocarcinoma predicts clinical outcome[J]. Clin Transl Med, 2020, 10(1): 45-56. DOI: 10. 1002/ctm2. 11.
- [23] Wang HJ, Cai Q, Huang YP, et al. Amide proton transfer-weighted MRI in predicting histologic grade of bladder cancer[J]. Radiology, 2022, 305(1): 127-134. DOI: 10. 1148/radiol. 211804.
- [24] Feng J, Zhu R, Yin Y, et al. Re-recognizing the cellular origin of the primary epithelial tumors of the liver[J]. J Hepatocell Carcinoma, 2021, 8: 1537-1563. DOI: 10. 2147/jhc. S334935.
- [25] Wei M, Lü L, Lin P, et al. Multiple cellular origins and molecular evolution of intrahepatic cholangiocarcinoma[J]. Cancer Lett, 2016, 379(2): 253-261. DOI: 10. 1016/j. canlet. 2016. 02. 038. PMID: 34917552
- [26] Wu B, Jia F, Li X, et al. Comparative study of amide proton transfer imaging and intravoxel incoherent motion imaging for predicting histologic grade of hepatocellular carcinoma[J]. Frontiers in Oncology, 2020, 10. PMID: 33194630. DOI: 10. 3389/fonc. 2020. 562049.

(收稿日期: 2023-10-25 修回日期: 2024-02-26)

《放射学实践》连续 3 年入选 《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告》



近日,《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告(2022)》(简称《WJCI 报告》)正式发布,《放射学实践》杂志再度入选。这是自 2020 年《WJCI 报告》首次发布以来,《放射学实践》连续第三年入选,既是对《放射学实践》办刊质量、学术水平和价值的充分肯定,也为期刊的宣传和发展提供了更广阔的舞台。

《WJCI 报告》是由中国科学技术信息研究所、《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司、清华大学图书馆、万方数据有限公司、中国高校科技期刊研究会、中国科学技术期刊编辑学会联合研制的世界科技期刊评价报告,于 2020 年首次发布。《WJCI 报告》旨在建立新的期刊评价系统,从全球 6 万余种活跃科技期刊中精选 1.5 万种具有地区代表性、学科代表性的重要学术期刊,通过研制发布“科技期刊世界影响力 WJCI 指数”,对其在全球科技创新活动中起到的出版传播效果和服务作用进行科学评价。与其他评价系统相比,WJCI 指数更加客观反映了以中国为代表的新兴科技大国期刊、非英语期刊、新兴前沿学科期刊对全球科技创新的真实贡献,对推动世界科技期刊公平评价、同质等效使用具有重要参考作用。

经严格遴选,《WJCI 报告》2022 版收录全球科技期刊 15022 种,其中中国科技期刊 1634 种,中文期刊 1262 种。