

钆特酸葡胺与钆喷酸葡胺在肝脏增强扫描中的对比研究

潘凯雄 耿 宽^(通讯作者) 王青青 李桂华 吴丽霞

昆明医科大学附属红河医院医学影像科 云南 红河州 661199

【摘 要】：目的：探讨钆特酸葡胺（Gd-DOTA）与钆喷酸葡胺（Gd-DTPA）在肝脏增强扫描中的对比应用。方法：选取 2024 年 2 月至 2026 年 6 月间在我院行肝脏 MRI 增强扫描的患者 120 例，根据顺磁性造影剂不同分为 Gd-DOTA 组（n=60）和 Gd-DTPA 组（n=60），共两组。比较两组主观图像质量评分，客观图像质量以及不良反应发生情况。结果：Gd-DOTA 组图像主观质量评分中 4 分 55 例，3 分 5 例，Gd-DTPA 组 4 分 53 例，3 分 6 例，2 分 1 例；两组图像主观质量评分比较（ $P>0.05$ ）。Gd-DOTA 组腹主动脉以及肝动脉动脉期、门脉期、延迟期噪声均低于 Gd-DTPA 组（ $P<0.05$ ）；两组腹主动脉以及肝动脉动脉期、门脉期、延迟期 SNR、CNR 比较（ $P>0.05$ ）。Gd-DOTA 组不良反应发生率为（1.67%），低于 Gd-DTPA 组（8.33%），但两组间不良反应发生率比较（ $P>0.05$ ）。结论：与 Gd-DTPA 相比，肝脏增强扫描中应用 Gd-DOTA 在保证图像质量的同时，能降低图像噪声，且安全性较好。

【关键词】：肝脏增强扫描；钆特酸葡胺；钆喷酸葡胺；图像质量

DOI:10.12417/2705-098X.26.18.059

随着影像学技术的飞速发展，磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging, MRI）借助软组织分辨率、多方位成像、无辐射等优势已成为多种肝脏病变辅助诊疗的重要检查手段^[1-2]。顺磁性造影剂是一种用于增强 MRI 图像的医学影像增强剂，通常含有钆等顺磁性物质，通过缩短人体组织内质子的弛豫时间，增强图像的信号对比，帮助医生更清楚地观察身体内部结构，提高诊断准确率。钆特酸葡胺（Gadoterate meglumine Gd-DOTA）与钆喷酸葡胺（Gadopine acid glucosamine, Gd-DTPA）均是临床常用的顺磁性造影剂，已被广泛应用 MRI 检查中^[3-4]。然而，现阶段临床关于上述两种顺磁性造影剂应用于肝脏增强扫描中的对比研究相对较少，缺乏有效参考依据。

基于此，本研究选取 120 例行肝脏 MRI 增强扫描的患者，拟探讨 Gd-DOTA 与 Gd-DTPA 对图像质量的影响，以期临床使用对比剂的选择提供依据，报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 2 月至 2026 年 6 月间在我院行肝脏 MRI 增强扫描的患者 120 例，根据顺磁性造影剂不同分为 Gd-DOTA 组（n=60）和 Gd-DTPA 组（n=60），共两组。Gd-DOTA 组男 35 例，女 25 例；年龄 33~78（ 55.20 ± 6.48 ）岁；体重指数 19~29（ 23.45 ± 1.36 ） kg/m^2 。Gd-DTPA 组男 33 例，女 27 例；年龄 35~76（ 55.04 ± 6.42 ）岁；体重指数 19~30（ 23.51 ± 1.38 ） kg/m^2 。两组患者一般资料比较（ $P>0.05$ ），有可比性。本研究经医学伦理委员会审批，取得患者知情同意书。

纳入标准：（1）均行肝脏 MRI 增强扫描；（2）检查资

料完整。

排除标准：（1）肝脏 MRI 检查禁忌症；（2）存在造影剂过敏史；（3）存在幽闭恐惧症；（4）伴有严重脏器功能不全；（5）48h 内未接受过其他对比剂检查。

1.2 方法

1.2.1 肝脏 MRI 增强扫描

选择美国 GE 公司生产的 3.0T 磁共振扫描系统进行肝脏 MRI 平扫及动态增强扫描，扫描序列包括 T1 加权成像（T1 weighted imaging, T1WI）、T2 加权成像（T2 weighted imaging, T2WI）、扩散加权成像（Diffusion-weighted imaging, DWI）、动态对比增强（Dynamic contrast-enhanced, DCE）成像，设置扫描参数：T1WI 序列参数：TR 为 540ms，TE 为 6.5ms，层厚为 3.5mm，层间距为 1.0mm，视野为 180mm×180mm；T2WI 序列：TR 为 2550ms，TE 为 90ms，层厚为 3.5mm，层间距为 1.0mm，视野为 250mm×350mm；DWI 序列扫描采用单次激发回波平面成像序列，b 值为 0、800、1000s/mm²，TR 为 3000ms，TE 为 70ms，层厚为 3.5mm，层间距为 1.0mm，视野为 240mm×240mm，激励次数为 2 次；DCE-MRI 序列采用快速三维容积式插入法屏气检查序列，Gd-DOTA 组给予 Gd-DOTA 经右肘静脉注射，Gd-DTPA 组给予 Gd-DTPA 经右肘静脉注射，注射剂量均为 0.2ml/kg。图像采集完成后，上传至 GE 后处理工作。

1.3 观察指标

（1）图像主观质量评分由 2 名副主任以上职称的医师采用盲法进行图像质量评估，若图像判读结果不一致，双方讨论得出一致结论，采用 4 级评分法，其中肝实质结构显示不清，

存在严重的伪影为1分；肝实质结构显示欠清，存在部分伪影为2分；肝实质结构轮廓清晰，无或存在轻度伪影为3分；肝实质轮廓锐利，细节显示清晰，无伪影为4分；评分越高表示图像质量越好。（2）图像客观质量评价：由2名有经验的放射科医生测量并记录腹主动脉、肝动脉噪声、信噪比（Signal noise ra-tion, SNR）、对比噪声比（Contrast noise ra-tion, CNR）。（3）不良反应发生情况，记录两组恶心呕吐、皮疹、注射痛等发生情况。

1.4 统计学方法

采用统计学软件 SPSS26.0，计量资料采用（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间数据比较采用独立样本 t 检验；计数资料采用例（%）表示，采用 χ^2 检验； $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组图像主观质量评分比较

Gd-DOTA 组图像主观质量评分中 4 分 55 例，3 分 5 例，Gd-DTPA 组 4 分 53 例，3 分 6 例，2 分 1 例；两组图像主观质量评分比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表 1。

表 1 两组图像主观质量评分比较（ $\bar{x} \pm s$,分）

组别	Gd-DOTA 组	Gd-DTPA 组	t 值	P 值
例数	60	60		
主观图像质量评分	3.92±0.28	3.87±0.39	0.807	0.422

2.2 图像客观质量评价

Gd-DOTA 组腹主动脉以及肝动脉动脉期、门脉期、延迟期噪声均低于 Gd-DTPA 组（ $P < 0.05$ ）；两组腹主动脉以及肝动脉动脉期、门脉期、延迟期 SNR、CNR 比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表 2。

表 2 两组腹主动脉各期扫描图像客观质量评价（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别		Gd-DOTA 组	Gd-DTPA 组	t 值	P 值
例数		60	60		
动脉期	噪声	18.13±2.36	19.08±2.20	2.281	0.024
	SNR	1238.30±251.50	1164.88±225.76	1.683	0.095
	CNR	866.02±156.32	850.93±118.45	0.596	0.552
门脉期	噪声	18.90±4.45	20.86±5.33	2.187	0.031
	SNR	946.84±207.08	888.73±198.65	1.569	0.119
	CNR	614.85±84.99	596.42±65.08	1.334	0.185
延迟期	噪声	22.5±6.26	25.06±7.33	2.057	0.042
	SNR	1028.51±226.37	980.19±186.62	1.276	0.205
	CNR	518.99±104.78	490.43±85.65	1.635	0.105

表 3 两组肝动脉各期扫描图像客观质量评价（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	Gd-DOTA 组	Gd-DTPA 组	t 值	P 值
例数	60	60		

	噪声	18.63±2.36	19.48±2.20	2.041	0.044
动脉期	SNR	619.71±103.85	589.40±83.69	1.760	0.081
	CNR	424.73±95.16	395.55±73.28	1.882	0.062
门脉期	噪声	20.05±1.91	20.73±1.65	2.087	0.039
	SNR	548.82±122.68	518.38±102.46	1.475	0.143
延迟期	CNR	353.42±84.06	334.60±70.23	1.331	0.186
	噪声	18.29±3.51	20.31±3.85	3.003	0.003
	SNR	482.22±90.69	465.63±82.75	1.047	0.297
	CNR	366.20±81.66	344.17±71.35	1.574	0.118

2.3 两组不良反应发生情况比较

Gd-DOTA 组不良反应发生率为（1.67%），低于 Gd-DTPA 组（8.33%），但两组间不良反应发生率比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表 3。

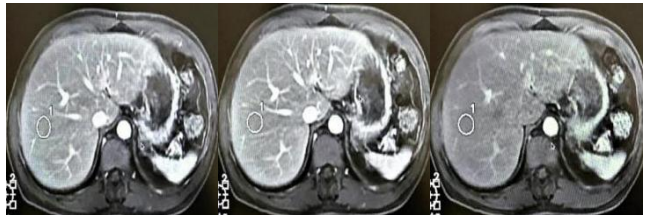
表 3 两组不良反应发生情况比较[例,(%)]

组别	Gd-DOTA 组	Gd-DTPA 组	X ² 值	P 值
例数	60	60		
恶心呕吐	1(1.67)	2(3.33)		
皮疹	0	1(1.67)		
注射痛	0	2(3.33)		
合计	1(1.67)	5(8.33)	0.835	0.361

2.4 典型病例分析



GD-DTPA 在肝脏各期增强中应用实例:动脉期（图 A），肝动脉及分支明显强化，呈高信号，肝脏实质强化不明显；图 B 为门脉期（图 B），门静脉强化，显示清晰，肝实质强化达峰值，信号增高；延迟期（图 C），门静脉及肝静脉强化程度减低，肝实质信号下降，均匀强化。



GD-DOPA 在肝脏各期增强中应用，动脉期（图 D），肝动脉及分支明显强化，呈高信号，肝脏实质强化不明显；门脉期（图 E），门静脉强化，显示清晰，肝实质强化达峰值，信号增高；延迟期（图 F），门静脉及肝静脉强化程度减低，肝

实质信号下降, 均匀强化。

图1 Gd-DOTA 与 Gd-DTPA 在肝脏增强扫描中的对比应用

3 讨论

近年来, 肝脏系统疾病的发病率呈不断递增趋势, 尤其是肝癌恶性程度高, 且发病初期无特异性临床症状, 极易与肝脏良性病变相混淆, 从而贻误病情而错过最佳治疗时机, 具有较高的病死率。MRI 增强扫描是现阶段临床诊断肝脏病变的主要影像学技术, 其诊断效能已得到临床学者的广泛认可^[5]。然而, 有研究报道, 因 MRI 对比剂具有不同的弛豫率, 故其成像质量也存在一定差异^[6]。因此, 选择安全、有效的 MRI 对比剂, 对保证图像质量, 提高病变检出率具有积极意义。MRI 对比剂的核心原理是通过改变组织中质子的弛豫时间, 确保病变组织在 MRI 图像上产生不同信号强度, 以此实现对比增强效果, 提高图像扫描质量的目的。按对比剂作用机制不同, 目前主要用于临床的 MRI 对比剂主要包括顺磁性和超顺磁性两类, 能同质子发生磁性的相互作用, 其中 Gd-DOTA 是一种含有钆(Gd)离子的 DOTA 配体, 具有较高的动力学和热力学稳定性, 注入人体后化学结构稳定, 钆离子结合牢固, 有助于降低了钆离子游离的风险; 同时具有不易脱离、析出, 无钆离子沉积等作用特点, 促使其在体内能够迅速被肾脏排出, 减少对机体的长期负担, 安全性较高^[7-8]。Gd-DTPA 主要用于颅脑及脊柱、全身磁共振成像, 特别是用于肿瘤的显示及鉴别诊断。它能通过受损的血脑屏障进入病变组织, 帮助医生更准确地观察到病变的

位置、范围以及性质^[9]。本研究结果显示, 两组图像主观质量评分以及腹主动脉和肝动脉动脉期、门脉期、延迟期 SNR、CNR 比较 ($P>0.05$); 而 Gd-DOTA 组腹主动脉以及肝动脉动脉期、门脉期、延迟期噪声均低于 Gd-DTPA 组。说明与 Gd-DTPA 相比, 肝脏增强扫描中应用 Gd-DOTA 在保证图像质量的同时, 能降低图像噪声。分析原因可能是, Gd-DOTA 作为靶向增强 MRI 对比剂, 注入人体后化学结构稳定, 钆离子结合牢固, 可以显著缩短周围水质子 T1 弛豫时间, 这种弛豫加速可增加与肝脏病变与周围组织的对比度, 从而清晰凸显肝实质血管等病变区域的结构细节, 故有助于更好地显现和诊断肝脏病变^[10]。另外, 本研究中 Gd-DOTA 组不良反应发生率为 1.67%, 低于 Gd-DTPA 组 8.33%, 考虑原因可能是, 相较于 Gd-DTPA, Gd-DOTA 兼具非特异性细胞外间隙对比剂与肝胆特异性对比剂的双重性质, 肝胆特异性对比剂的弛豫率较高, 故在肝脏增强扫描中可在一定程度上减少使用剂量, 有助于降低不良反应发生风险^[11]。然而两组不良反应发生率比较无统计学差异, 这可能与本研究纳入样本量较少有关。

综上所述, 与 Gd-DTPA 相比, 肝脏增强扫描中应用 Gd-DOTA 在保证图像质量的同时, 能降低图像噪声, 且安全性较好。本研究尚存在一定局限性, 如 (1) 纳入样本量较少; (2) 未考虑不同肝脏病变、体质量指数等混杂因素对扫描图像质量的影响。因此, 后续应扩大样本量、排除混杂因素后进一步分析论证。

参考文献:

- [1] 朱志敏, 李华, 陈轶, 等. 动态增强磁共振成像定量参数鉴别诊断肝脏小占位性病变良恶性价值研究[J]. 实用肝脏病杂志, 2023, 26(5): 726-729.
- [2] 刘向东, 闫松果, 孙世松. 动态增强 CT 扫描与 MRI 对肝细胞癌的诊断价值及影像学特征分析[J]. 实用癌症杂志, 2023, 38(1): 89-91.
- [3] 陈虹君, 孙海林. 钆特酸葡胺磁共振血管成像序列子宫输卵管造影术与碘海醇 X 线子宫输卵管造影术诊断不孕症的价值对比分析[J]. 影像研究与医学应用, 2024, 8(20): 156-158.
- [4] 林斌, 蒋宇, 周智鹏, 等. 基于钆塞酸二钠增强 MRI 高度异型增生结节分类对 2018 版 LI-RADS 诊断效能的影响[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(10): 1602-1607.
- [5] 崔玉芝, 时高峰, 刘欢, 等. 关于钆塞酸二钠及钆喷酸葡胺增强 MRI 对肝癌诊断效能的 1:1 匹配的病例对照研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(1): 81-85.
- [6] 陈浪, 杜鹏. 肝细胞癌在钆塞酸二钠增强磁共振成像中肝胆期的检测准确性评估[J]. 实验室检测, 2026, 4(4): 50-53.
- [7] 蔡梦杰, 张傲, 刘亚龙, 等. 钆特酸葡胺在脑转移瘤患者 MRI 增强扫描检查中的应用效果及其安全性研究[J]. 中国伤残医学, 2024, 32(24): 109-113.
- [8] 邢飞, 朱文静, 姜吉峰, 等. 基于钆塞酸二钠增强 MRI 的 LI-RADS 5 类标准改良版对亚厘米肝细胞癌诊断效能的分析[J]. 临床放射学杂志, 2025, 44(2): 308-314.
- [9] 楚惠茹, 张宁, 单浩鑫, 等. 钆贝葡胺与钆塞酸二钠增强 MRI LI-RADS 2018 版主要征象诊断 HCC 效能比较[J]. 磁共振成像, 2026, 17(2): 88-93.
- [10] 夏瑞可, 施德恩, 贾庆, 王晓阳. 基于 2018 版 LI-RADS 对比国产钆塞酸二钠和钆喷酸葡胺增强 MRI 对小肝细胞癌的诊断效能[J]. 温州医科大学学报, 2025, 55(4): 316-321, 328.