

论 著

MRI多序列成像对胆系结石的诊断及其成分分类的价值

刘长林¹ 周 辉¹ 徐 鹤¹
万学东¹ 刘 斌^{2,*}
1.凤阳县人民医院放射科 (安徽 滁州 233100)
2.安徽医科大学第一附属医院放射科
(安徽 合肥 230032)

【摘要】目的 探讨MRI在胆系结石诊断中的最优序列，分析MRI评估胆系结石成分分类的可行性。方法 结合临床资料对48例疑诊胆系结石患者，且经手术取出最长径>8.5mm的胆管或胆囊结石进行回顾性分析。患者术前均行上腹部轴位呼吸触发中短回波链TSE序列(T2WI-BLADE-FS)、冠状位可变翻转角快速自旋回波序列(T2WI-3D-SPACE)和轴位容积内插屏息扫描(T1WI-VIBE)序列扫描。观察结石在各序列图像上的信号特征，测得其信号强度值，算出结石检出率。应用McNemar's检验比较胆系结石在不同序列图像上检出率与病理结果的差异，应用独立样本T检验和Mann-Whitney U检验比较不同成分结石在各序列图像上测得信号强度的异同。结果 48例胆系结石患者中，胆色素成分结石21例，胆固醇成分结石27例。在胆系结石的检出率方面T1WI-VIBE-IN和T1WI-VIBE-W序列分别为95.83%(46/48)和97.92%(47/48)，T2WI-BLADE-FS和T2WI-3D-SPACE序列均为100%(48/48)。胆色素结石在T1WI-VIBE序列图像上表现为特征性的高信号，胆固醇结石在MRI各序列图像上绝大部分表现为均匀低信号或混杂低信号。在T1WI-VIBE-IN、T1WI-VIBE-W和T2WI-3D-SPACE序列图像上，胆色素结石信号强度明显高于胆固醇结石[193.372±67.108vs.70.279±20.838, P<0.001; 210.017±70.621vs.67.302±20.408, P<0.001; 22.100(17.880, 28.225)vs.14.070(10.880, 18.690), P<0.001]。结论 T2WI-BLADE-FS和T2WI-3D-SPACE序列更容易发现结石，T1WI-VIBE序列能够帮助结石分类。

【关键词】磁共振成像；胆系结石；胆色素结石；胆固醇结石
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.033

Value of Multi-sequence MRI in the Diagnosis and Component Classification of Cholelithiasis

LIU Chang-lin¹, ZHOU Hui¹, XU He¹, WAN Xue-dong¹, LIU Bin^{2,*}.
1.Department of Radiology, Fengyang County People's Hospital, Chuzhou 233100, Anhui Province, China
2.Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the optimal sequence of MRI in the diagnosis of cholelithiasis, and to analyze the feasibility of MRI in the classification of cholelithiasis components. **Methods** The clinical data of 48 patients with suspected cholelithiasis who underwent surgical removal of bile duct or gallbladder stones with the longest diameter > 8.5mm were retrospectively analyzed. All patients underwent upper abdominal axial breath-trigger medium and short echo chain TSE sequence (T2WI-BLADE-FS), and coronal variable flip Angle fast spin-echo sequence (T2WI-3D-SPACE), and axial volume interpolated breath-hold (T1WI-VIBE) sequence. The signal characteristics of stones in each sequence image were observed, the signal intensity value was measured, and the stone detection rate was calculated. McNemar standard s test was used to compare the difference in the detection rate of biliary stones on different sequence images and the difference in pathological results. Independent sample T test and Mann-Whitney U test were used to compare the difference in signal intensity of stones with different components on different sequence images. **Results** Of the 48 patients with cholelithiasis, 21 had pigment gallstones and 27 had cholesterol gallstones. In terms of the detection rate of biliary stones, the T1WI-VIBE-IN and T1WI-VIBE-W sequences were 95.83%(46/48) and 97.92%(47/48), respectively, and the TWI-Blade-FS and TWI-3D-space sequences were 100%(48/48). Pigment gallstones showed high signal intensity on T1WI-VIBE sequence, while cholesterol gallstones showed homogeneous or mixed low signal on all sequences of MRI. In T1WI-VIBE-IN, T1WI-VIBE-W and T2WI-3D-SPACE sequence images, the signal intensity of bile pigment stones was significantly higher than that of cholesterol stones [193.372±67.108vs.70.279±20.838, P<0.001; 210.017±70.621vs.67.302±20.408, P<0.001; 22.100(17.880, 28.225)vs.14.070(10.880, 18.690), P<0.001]. **Conclusion** T2WI-BLADE-FS and T2WI-3D-SPACE sequences are easier to detect stones, and T1WI-VIBE sequence can help to classify stones.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Cholelithiasis; Pigment Gallstone; Cholesterol Calculus

胆系结石包括肝内外胆管结石和胆囊结石，是临床肝胆外科最常见的胆道系统疾病^[1]，近年来发病率逐渐升高^[2]，以成年女性多见，男女之比约为1:2~1:5。近些年来，口服药物溶解排石、冲击波碎石机、钬激光碎石术等新兴的治疗方式日新月异逐渐成熟。明确显示结石和按结石成分分类对治疗方式的选择有重要的参考价值。临床医生高度认同MRI成像对胆系结石的检出作用，多序列成像有助于结石的诊断^[3]。本文旨在探讨MRI在胆系结石诊断中的最优序列，分析MRI胆系结石的信号特点能否用于结石分类，为临床治疗提供一定的参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本文搜集2021年11月至2024年3月在凤阳县人民医院住院且有完整临床资料和手术结果的胆系结石患者。纳入观察病例48例，其中男性15例，女性33例，年龄17~79岁，平均年龄55.46±15.21岁。纳入观察的48个胆系结石中，胆总管结石15例，其中伴发胆囊结石10例；胆囊结石33例，其中伴发胆总管结石3例。

纳入标准：(1)术前行上腹部轴位T2WI-BLADE-FS、冠状位T2WI-3D-SPACE和轴位T1WI-VIBE序列扫描，各序列图像均能符合质控要求。(2)手术中取出胆系结石最长径>8.5mm，能够满足临床测量分型要求。

1.2 检查方法 检查前8小时禁食、禁水，扫描前训练患者屏气，使用西门子Avanto 1.5T高场强MRI，体部8通道Tim一体化相控阵线圈，采用呼吸门控技术。扫描参数为：(1)T2WI-BLADE-FS，FOV 38cm×38cm，层厚5mm，间距1.2mm，矩阵256×256，采集次数3，TE 82ms，TR 2290ms。(2)T2WI-3D-SPACE，FOV 36cm×33cm，层厚1.3mm，矩阵324×384。(3)T1WI-VIBE，FOV 38cm×30cm，层厚3.5mm，矩阵256×166。

1.3 图像判读 由两位有3年以上工龄的高年资主治医师共同读片，双盲法判读不同成分结石MRI图像的信号特征，计算纳入观察结石在各序列图像中的检出率。应用选取感兴趣区测算和统计不同序列图像中最长径结石的信号值。以胆汁信号作为参照，将结石分为高信号结石、低信号结石、混杂高信号结石、混杂低信号结石和等信号结石5类。感兴趣区选取目标结石结石中央区域85%的大小。选取的感兴趣区面积范围为14.73~194.83mm²。

【第一作者】刘长林，男，副主任医师，主要研究方向：腹盆部影像诊断。E-mail: 18955063849@189.cn
【通讯作者】刘 斌，男，主任医师，主要研究方向：CT诊断。E-mail: lbhyz321@126.com

1.4 统计学分析 采用SPSS 22.0软件统计分析。结石信号强度值以正态性分布时用“均数±标准差”表示，采用独立样本T检验，以非正态性分布时用“中位数(上下四分位数)”表示，采用Mann-Whitney U检验。结石检出率以“频数(占比)”表示，采用卡方检验。双侧 $P<0.05$ 认为具有统计学差异。

2 结 果

2.1 结石信号特点 根据傅培彬等^[4]建议的结石分类方法，依据结石大体及切面特点将其分为胆色素结石21例和胆固醇结石27例。采用肉眼观察的分类方法，胆色素结石在T1WI-VIBE-W上显示为均匀高信号者8例，混杂高信号者13例，在T1WI-VIBE-IN上显示为均匀高信号者6例，混杂高信号者14例，等信号者1例，在T2WI-BLADE-FS和T2WI-3D-SPACE上基本上都显示为不同程度

的低信号(图1)(图2)。胆固醇结石在本研究所用的各检查序列上基本上都显示为不同程度低信号，极个别显示为等信号。

2.2 结石诊断结果 胆系结石在T2WI-3D-SPACE、T2WI-BLADE-FS、T1WI-VIBE-W和T1WI-VIBE-IN序列图像上的检出率分别为100%、100%、97.92%、95.83%。胆系结石在T1WI-VIBE-IN序列检出率最低，在T2WI-3D-SPACE和T2WI-BLADE-FS序列检出率最高，各序列的检出率和手术结果比较无统计学意义，各序列的检出率之间比较也无统计学意义(表1)。

2.3 信号强度值 胆色素结石的信号强度值在T1WI-VIBE-IN、T1WI-VIBE-W和T2WI-3D-SPACE序列图像上均高于胆固醇结石，差异具有统计学意义。胆色素结石在T2WI-BLADE-FS序列图像上信号强度值与胆固醇结石的差异无统计学意义(表2)。

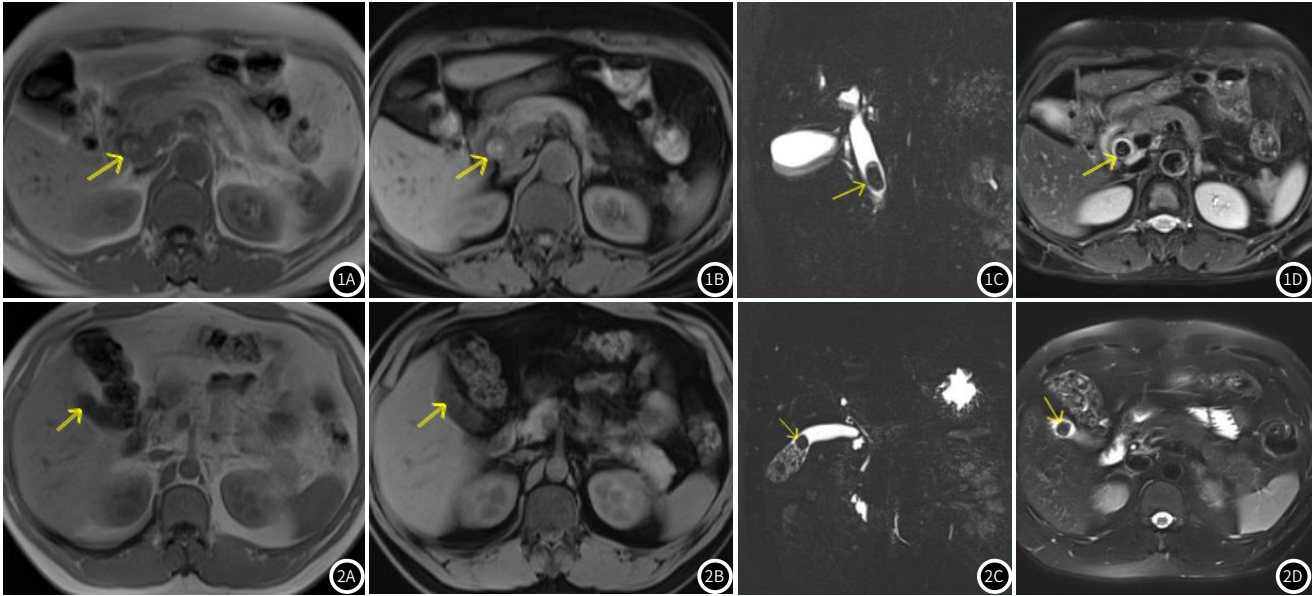


图1A~图1D 患者女，59岁，胆色素结石。1A: 轴位容积内插屏息扫描同相位(T1WI-VIBE-IN)序列上为混杂高信号；1B: 轴位容积内插屏息扫描水相(T1WI-VIBE-W)序列上为混杂高信号；1C: 冠状位可变翻转角快速自旋回波(T2WI-3D-SPACE)序列上为混杂低信号；1D: 轴位呼吸触发中短回波链TSE(T2WI-BLADE-FS)序列上为混杂低信号。
图2A~图2D 患者男，32岁，胆色素结石。2A: 轴位容积内插屏息扫描同相位(T1WI-VIBE-IN)序列上为等信号；2B: 轴位容积内插屏息扫描水相(T1WI-VIBE-W)序列上为混杂高信号；2C: 冠状位可变翻转角快速自旋回波(T2WI-3D-SPACE)序列上为均匀低信号；2D: 轴位呼吸触发中短回波链TSE(T2WI-BLADE-FS)序列上为混杂低信号。

表1 MRI诊断胆系结石的结果

手术结果	扫描序列	检出总例数[n]	检出率[%]	χ^2	P_1
胆系结石(n=48)	T1WI-VIBE-IN	46	95.83	2.043	0.153
	T1WI-VIBE-W	47	97.92	1.011	0.315
	T2WI-BLADE-FS	48	100.00	-	-
	T2WI-3D-SPACE	48	100.00	-	-
χ^2				3.725	
P_2				0.293	

注： P_1 值为各扫描序列结石检出率与手术结果比较， P_2 值为四种不同扫描序列结石检出率比较。

表2 胆系结石在各序列图像的信号强度[M(IQR)]

扫描序列	胆色素结石(n=21)	胆固醇结石(n=27)	t/z	P
T1WI-VIBE-IN	193.372±67.108	70.279±20.838	8.107*	<0.001
T1WI-VIBE-W	210.017±70.621	67.302±20.408	8.974*	<0.001
T2WI-BLADE-FS	49.984±26.450	27.217±15.370	3.510*	0.001
T2WI-3D-SPACE	22.100(17.880,28.225)	14.070(10.880,18.690)	-3.523#	<0.001

注：* 独立样本T检验；# Mann-Whitney U检验。

3 讨 论

胆系结石是临床工作中最常见的胆道系统疾病之一。伴随着我国工业化和城镇化加速,生态环境污染日益严重,居民胆囊和胆管结石的发病率不断上升,而且胆管结石术后复发率高^[5]。胆色素和胆固醇是胆结石最核心的组成成分,另外还含有磷脂、脂肪酸、糖蛋白、少量无机盐及水分等^[6]。根据组成成分、结构不同胆系结石可分为以胆固醇成分为主的胆固醇石、以胆色素成分为主的胆色素石和混合性结石3种^[7],本文按胆固醇结石和胆色素结石分类讨论。根据傅培彬等^[4]的研究方法,观察结石大体特征及断面结构特点,大致区分成以下7种,其中前1-3种为胆固醇结石,后4种为胆色素结石:(1)放射状透明的灰白色结石;(2)年轮状棕黄色结石;(3)岩层状灰白色或淡黄色结石;(4)铸型深棕色结石;(5)沙层状棕色和灰色相间结石;(6)泥沙状棕色结石;(7)黑色结石。

胆系结石日常工作中常规的治疗手段是开腹,创伤大、恢复慢、并发症多^[8],患者承受的身体和心理压力大。近年来,非传统的治疗方式在临床应用逐渐成熟,并被广泛开展,主要有口服药物溶解排石、冲击波碎石机、钬激光碎石术等。每种治疗方法在选择上都有各自的适应症。例如口服熊去氧胆酸对临床病程短、胆囊壁光整、最大径10mm以下胆固醇结石有较好的治疗效果^[9];日常基础治疗再辅以四逆散合复方茵陈蒿汤加减治疗对胆固醇结石所致的慢性胆囊炎急性发作者效果显著^[10]。体外震波碎石对直径10-20mm的胆色素结石碎石率高,对直径>28mm的胆固醇结石效果差。钬激光碎石术能使各类结石粉碎成粉末状,特别是较大的胆色素结石也能轻松碎裂。腹腔镜下胆囊切除术的效果和结石成分有关,较大的胆固醇结石会增加手术难度,术前检查还要明确胆总管下端有无结石^[11]。目前,影像诊断要为临床提供更多的信息,不仅要掌握结石的数目、大小、位置及其继发征象,还要了解其组成成分,以便选择最佳的治疗方案。目前MRI已经广泛应用于各级医疗卫生单位,其多参数、多序列成像,且软组织分辨率高,更容易发现结石,并使结石按化学成分分类成为可能。

本研究中胆系结石在T2WI-3D-SPACE和T2WI-BLADE-FS序列的检出率均为100%,高于其他序列,此外还应用了T1WI-VIBE序列,T1WI-VIBE-W和T1WI-VIBE-IN检出率分别为97.92%、95.83%,与手术结果对比都有着很好的效果。胆色素结石架构松散,其内的水分在T2WI-BLADE-FS序列图像上显示为裂隙样的高亮信号,借此可以与胆道内肿瘤、凝血块及气体等鉴别^[12]。作者认为T2WI-3D-SPACE、T2WI-BLADE-FS和T1WI-VIBE序列可以作为胆系结石的常规检查序列。

本研究中胆色素结石在T1WI-VIBE序列图像上绝大部分表现为高信号,胆固醇结石基本上都表现为均匀低信号或混杂低信号,与刘广宇等^[13]研究结果一致,根据结石在T1WI-VIBE序列图像上的表现可对其进行分类。胆色素结石成分中含有多种金属离子,其中钙离子可能是其在T1WI序列中表现为高信号的主要因素。

综上,T2WI-3D-SPACE、T2WI-BLADE-FS和T1WI-VIBE序列对胆系结石的检出率均较高,T1WI-VIBE序列能够区分大部分胆系结石的类型,从而为临床治疗方案的选择提供重要的参考依据。因此,T2WI-3D-SPACE、T2WI-BLADE-FS和T1WI-VIBE序列可以作为胆系结石检查的常规序列。

参考文献

- [1] Yu H, Uyeda JW. Imaging of acute hepatobiliary dysfunction[J]. Radiol Clin North Am, 2020, 58(1): 45.
- [2] 蔡怀阳,叶亮,许雪清,等.胆管腔内超声、内镜逆行胰胆管造影、磁共振胰胆管成像与超声诊断胆总管结石的对比研究[J].中国医学影像学杂志, 2022, 30(10): 1035-1039.
- [3] Mahalingam N, Ralli GP, Trout AT, et al. Comparison of quantitative 3D magnetic resonance cholangiography measurements obtained using three different image acquisition methods[J]. Abdom Radiol, 2022, 47(1): 196-208.
- [4] 傅培彬,张圣道,戴坤扬,等.以胆石剖面结构及化学成分为基础的结石分类法[J].中华外科杂志, 1984, 22(5): 258.
- [5] 杨国华,杨照国,朱桂丽,等.胆总管结石术后复发风险因素研究[J].中华实验外科杂志, 2018, 35(7): 1325-1327.
- [6] 陈勤,许家亮,杨晓生,等.肝外胆管结石的多排螺旋CT评价[J].罕少疾病杂志, 2012, 19(6): 42-45.
- [7] Nevo A, Moore JP, Humphreys MR, et al. Does bladder stone composition predict kidney stone composition[J]. Can J Urol, 2020, 27(6): 10450-10455.
- [8] Zhang WL, Fang ZP, Shi BY, et al. Low-pressure pulse nushing choledochoscopy combined with neodymium laser lithotripsy fbr the treatment of intrahepatic bile duct stones[J]. Hepatobiliary Pancreat Dis Int, 2021, 20(4): 383-386.
- [9] 史展辰,刘玉兰,张媛媛,等.熊去氧胆酸治疗胆囊胆固醇结石的疗效及其影响因素分析[J].中华消化杂志, 2022, 42(7): 439-444.
- [10] 朱红玲,刘明磊,杨涛.四逆散合复方茵陈蒿汤加减治疗老年慢性胆固醇结石性胆囊炎急性发作(肝胆湿热证)的疗效[J].罕少疾病杂志, 2023, 30(3): 45-46.
- [11] Chen H, Jorissen R, Walcott J, et al. Incidence and predictors of common bile duct stones in patients with acute cholecystitis: a systematic literature review and meta-analysis[J]. ANZ J Surg, 2020, 90(9): 1598.
- [12] Ukaji M, Ebara M, Tsuchiya Y, et al. Diagnosis of gallstone composition in magnetic resonance imaging: in vitro analysis[J]. Eur J Radiol, 2002, 41(1): 49.
- [13] 刘广宇,孙浩然,白人驹.多序列MRI检查在胆系结石诊断中的应用价值[J].天津医科大学学报, 2021, 27(3): 301-304.

(收稿日期: 2024-06-24)
(校对编辑: 姚丽娜、韩敏求)