

红外光谱分析技术评价 MRI 对胆囊结石成分 预判的研究*

翟彦昌¹ 国强¹ 康永强² 陈强² 刘帅¹

(内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院 1. 普外二科; 2. 影像科核磁共振室, 内蒙古 包头 014010)

【摘要】 目的 利用傅里叶变换红外光谱(FT-IR)检测胆囊结石成分,评价 MRI 对胆囊结石成分预判的准确性。
方法 选取 2020 年 12 月~2021 年 8 月我院 100 例预行胆囊切除的胆石病患者,另取同期 50 例无结石患者的 MRI 做阴性对照。术前行 MRI 检查,术后取胆囊结石进行 FT-IR 分析,分析 FT-IR 图及与 MRI 的相关性。配对样本计数资料组间比较使用 McNemar 检验,使用 Kappa 检验、ROC 曲线下面积 AUC、灵敏度、特异度和准确度等指标对 MRI 预判结石成分的准确性进行评估。**结果** MRI 各序列信号表现与 FT-IR 对比;McNemar=4.00、P=0.135、Kappa=0.962、P<0.05、AUC (95% CI) 为 0.980(0.943~0.996),准确度为 97.33%,灵敏度为 96.00%,特异度为 100.00%,约登指数为 0.96;MRI 各序列信号值与 FT-IR 对比;McNemar=0.20、P=0.655、Kappa=0.953、P<0.05、AUC (95% CI) 为 0.975(0.935~0.994),准确度为 96.67%,灵敏度为 95.00%,特异度为 100.00%,约登指数为 0.95。**结论** MRI 可以较准确地预判胆囊结石成分,可为临床诊疗胆石病提供新思路,为胆石病的预防及流行病学研究提供理论基础。

【关键词】 胆结石;MRI;傅里叶变换红外光谱;成分预判

【中图分类号】 R575.6⁺2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2022.12.027

Evaluation of MRI in predicting the composition of gallstone by infrared spectroscopy

ZHAI Yanchang¹, GUO Qiang¹, KANG Yongqiang², CHEN Qiang², LIU Shuai¹

- (1. The Second Department of General surgery, The First Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia, China;
- 2. Department of MRI, The First Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia, China)

【Abstract】 **Objective** To evaluate the accuracy of MRI in predicting the composition of gallstones by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). **Methods** 100 patients with cholelithiasis who underwent pre-cholecystectomy were screened, and MRI of 50 patients without stones were taken as negative control. Preoperative MRI was performed, and postoperative cholecystolithiasis was analyzed by FT-IR. The correlation between FT-IR and MRI was analyzed, and McNemar test was used for comparison between matched sample count data groups. Kappa test, area AUC under ROC curve, sensitivity, specificity and accuracy were used to evaluate the accuracy of MRI stone composition prediction. **Results** Comparison of signal performance of each sequence of MRI with FT-IR: McNemar=4.00, P=0.135>0.05, kappa=0.962>0.7, P<0.05, AUC (95% CI) was 0.980 (0.943-0.996), greater than 0.7, accuracy was 97.33%, sensitivity was 96.00%, specificity was 100.00%, and yoden index was 0.96. Comparison of signal values of each sequence of MRI with FT-IR: McNemar=0.20, P=0.655>0.05, it can be considered that there is no difference in the detection rate between the two methods, kappa=0.953>0.7, P<0.05, AUC (95% CI) was 0.975 (0.935-0.994), greater than 0.7, accuracy was 96.67%, sensitivity was 95.00%, specificity was 100.00%, and yoden index was 0.95.

基金项目:包头医学院临床医学+X 多学科联合科研基金计划(BYJJ-DXK 2022037)

通信作者:国强,主任医师,硕士生导师,E-mail:gq20061282@163.com

引用本文:翟彦昌,国强,康永强,等.红外光谱分析技术评价 MRI 对胆囊结石成分预判的研究[J].西部医学,2022,34(12):1856-1862. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2022.12.027

In conclusion, there is no difference and good consistency between the two methods. **Conclusion** MRI can accurately predict the composition of gallstones, provide a new idea for clinical diagnosis and treatment of cholelithiasis, and provide a theoretical basis for the prevention and epidemiological study of cholelithiasis.

【Key words】 Gallstones; MRI; Fourier transform infrared spectroscopy; Predicting the composition

胆石病(Gallstone disease, GSD)是最常见的胆道疾病,其患病率在全球范围内不等,美国胆结石发生率为 15%,欧洲为 5.9%~21.9%,亚洲为 4%~15%,而中国为 3%~11%,某些地区已接近发达国家的发病水平^[1-2]。GSD 是一种“群体性疾病”,约 80%为无症状 GSD 患者,其中约 10%的患者 5 年内会出现症状,20%的患者 20 年内会出现症状^[3-6]。由于不同种类的胆囊结石的成石因素及发病机制都有所不同,因此关于胆囊结石成分、发病机制及成石因素等的研究也不断在发展。GSD 患者大致可分为三类:无症状 GSD 患者、有症状但存在手术禁忌证无法行手术治疗的 GSD 患者及有症状且可行手术治疗的 GSD 患者,针对这三类患者临床上有不同的处理方式,由于目前胆结石成分检测多为术后体外分析,无法对非手术 GSD 患者进行精准诊疗,因此在术前能够准确判断出胆囊结石成分具有重要的临床意义。本文通过患者术前的 MRI 检查及术后胆囊结石的红外光谱分析来判断 MRI 能否在术前预判胆囊结石成分,具体研究如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 纳入 2020 年 12 月~2021 年 8 月我院 100 例预行胆囊切除的胆石病患者。纳入标准:临床上有上腹部不适、隐痛、消化道症状或黄疸等全身症状可行 MRI 检查及拟行胆囊结石相关手术的 GSD 患者。排除标准:甲、乙、丙、丁、戊型肝炎病毒及人类免疫缺陷病毒感染;消化道其他疾病患者;恶性肿瘤患者;代谢性疾病患者;各种精神疾患的患者。100 例有胆囊结石者为观察组,其中男性患者 55 例,女性患者 45 例,年龄 24~78 岁,平均(53.40±14.10)岁;另选取同期无胆囊及肝脏疾病的 50 患者作为空白对照组,其中男性患者 25 例,女性患者 25 例,年龄 30~80 岁,平均(55.00±25.00)岁。经患者知情同意,术后取大小适中、形状成型的结石[直径 6~30 mm,平均(16.6±4.3)mm]标本行傅里叶变换红外光谱(FT-IR)分析。

1.2 检查方法 采用美国 GE Medical systems LLC 3.0T 超导型 MR 仪, Torso 通道相控表面线圈对患者上腹部(自剑突层面向下包括肝脏和胆囊)行 MRI 平扫。进行上腹部平扫。扫描序列:①T2WI 采用呼吸触发脂肪抑制序列 FRFSE:TR/TE 6667/93.4, 矩阵

300×224,层厚 6 mm,层间距 1 mm, Fov 35 cm×30 cm。②T1WI 采用快速扰相位梯度重聚成像和化学位移成像:TR/TE 190/2.4~4.7, 矩阵 260×180,层厚 2.0 mm,层间距 1 mm, Fov 35 cm×30 cm。③T2WI 采用快速扰相位梯度重聚成像:TR/TE 1267/80, 矩阵 252×218,层厚 5.0 mm,层间距 1.0 mm, Fov 35 cm×30 cm。④FEISTA 序列:TR/TE 2.4/1.2, 矩阵 250×208,层厚 2.0 mm,层间距 1 mm, Fov 39 cm×39 cm。采用美国 GE 公司 ADC4.4 图像工作站对 T2WI、T2WISPAIR、T1WI、FEISTA 序列进行分析并测量结石信号值。结石用去离子水冲洗后,烘干箱内 60℃干燥 3 h。然后用玛瑙研钵和杵,将胆结石磨成粉末。用 KBr 按 1:500 稀释粉末,在 2t 的压力下压成透明薄膜,随后用 FT-IR 分光光度计(FTS 3000, Bio-Rad, Cambridge, MA, USA)在 400~4000 cm⁻¹处进行分析,分辨率为 4 cm⁻¹。每个样品经过 100 次扫描,在吸光度模式下得到平均光谱。将各吸收峰值与各类结石的标准峰值进行比较,对胆结石进行分类。

1.3 MRI 表现及 FT-IR 分析结果 FT-IR(金标准)结果:53 例胆结石与纯胆固醇的光谱匹配良好,可归类为胆固醇结石(Cholesterol stone CS)(图 1A)。15 例胆结石表现为典型的胆色素钙吸收带,被归类为胆色素钙结石(Pigment gallstone PS)(图 1B)。其余 32 例在光谱曲线中能同时看到胆固醇及胆红素钙的特征性峰,此类胆结石被归类为胆固醇、胆红素钙的混合结石(图 1C)。MRI 各序列信号表现与 FT-IR 对比(表 1)。T2WI:低信号或外周低信号中央高信号, T2WI SPAIR:低信号或外周低信号中央高信号, T1WI:低信号, FEISTA:低信号时共 55 例(图 2、3); T2WI:外周低信号中央高信号, T2WI SPAIR:外周低信号中央高信号, T1WI:高信号; FEISTA:高信号时共 13 例(图 4); T2WI:外周低信号中央高信号, T2WI SPAIR:外周低信号中央高信号, T1WI:外周低信号中央高信号, FEISTA:外周低信号中央高信号时共 32 例(图 5); T2WI、T2WI SPAIR:高信号; T1WI、FEISTA:稍低信号,共 50 例(图 6)。MRI 各序列信号值与 FT-IR 对比(表 2)。T2WI: < 800 ; T2WI SPAIR < 800 ; T1WI < 400 ; FEISTA < 400 时共 52 例; T2WI < 800 ; T2WISPAIR < 800 ; T1WI > 800 ; FEISTA > 800

时共 15 例; T2WI < 800; T2WI SPAIR < 800; T1WI < 800; FEISTA: < 800 时共 33 例; T2WI > 800; T2WI SPAIR > 800; T1WI: 400 ~ 800; FEISTA: 400 ~ 800 时共 50 例。

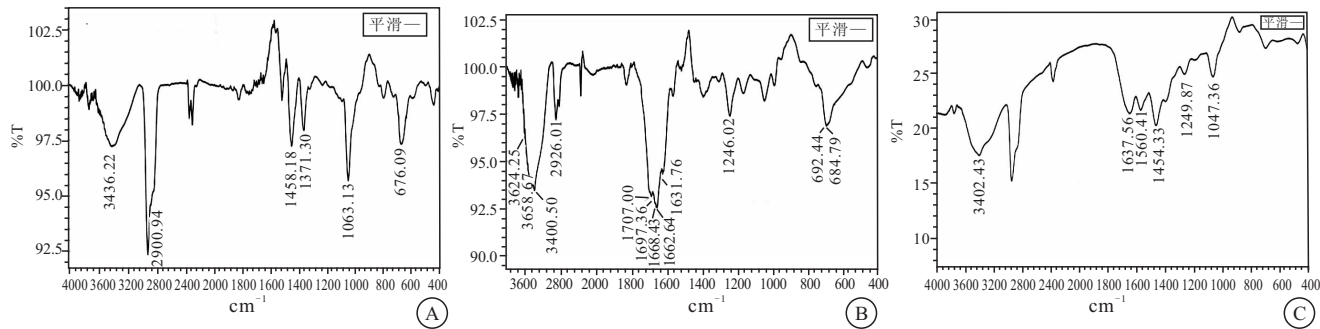


图 1 各类胆结石的特征性吸收峰值

Figure 1 Characteristic absorption peaks of various gallstones

注: A. 胆固醇结石(1458, 1371, 1053 cm^{-1} 为胆固醇的特征性吸收峰); B. 胆色素结石(1668, 1662, 1631, 1246 cm^{-1} 为胆色素钙的特征吸收峰); C. 混合型胆结石(1454, 1047 cm^{-1} 的胆固醇特征性吸收峰与 1637, 1560, 1249 cm^{-1} 的胆色素钙特征吸收峰同时存在)

表 1 100 例观察对象中阳性结石和胆汁空白对照在各序列的信号表现

Table 1 signal performance of positive stones and bile blank control in each sequence

扫描序列	胆固醇结石 (n=53)			胆色素结石 (n=15)			混合型结石 (n=32)			无结石 (n=50)		
	低信号	外周低信号 中央高信号	高信号	低信号	外周低信号 中央高信号	高信号	低信号	外周低信号 中央高信号	高信号	低信号	外周低信号 中央高信号	高信号
T2WI	43	10	0	0	15	0	2	30	0	0	0	50
T2WI SPAIR	43	10	0	0	15	0	2	30	0	0	0	50
T1WI	52	1	0	0	2	13	2	30	0	50	0	0
FEISTA	52	1	0	0	2	13	2	30	0	50	0	0

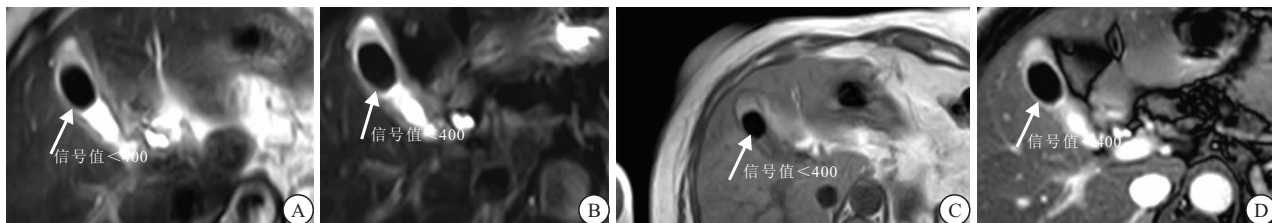


图 2 100 例阳性病例中 45 例患者的影像表现及影像值

Figure 2 Imaging performance and values of 45 of 100 positive cases

注: A. 横断面 T2WI 序列; B. 横断面 T2WI SPAIR 序列; C. 横断面 T1WI 序列; D. 横断面 FEISTA 序列(胆囊体积尚可, 囊壁增厚, 内类圆形异常低信号影)

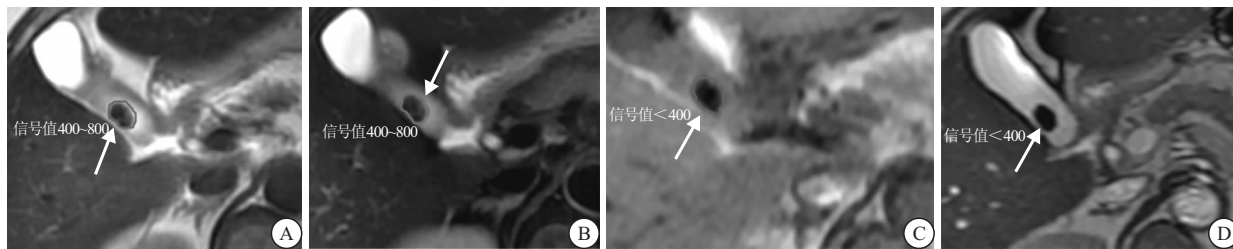


图 3 100 例阳性病例中 10 例患者的影像表现及影像值

Figure 3 Imaging performance and values of 10 of 100 positive cases

注: A. 横断面 T2WI 序列; B. 横断面 T2WI SPAIR 序列(胆囊体积尚可, 囊壁增厚, 其内见类圆形异常信号影呈外周低信号中央稍高信号); C. 横断面 T1WI 序列; D. 横断面 FEISTA 序列(胆囊体积尚可, 囊壁增厚, 其内见类圆形异常低信号影)

1.4 统计学分析 采用 SPSS 21.0 软件进行分析, 配对样本计数资料组间比较使用 McNemar 检验, 使用 Kappa 检验评价 FT-IR 和 MRI 两种方法一致性情

况; 以 FT-IR 检测结果为金标准, 利用 ROC 曲线下面积 AUC、灵敏度、特异度和准确度等指标对 MRI 筛查方法效果进行评估。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计

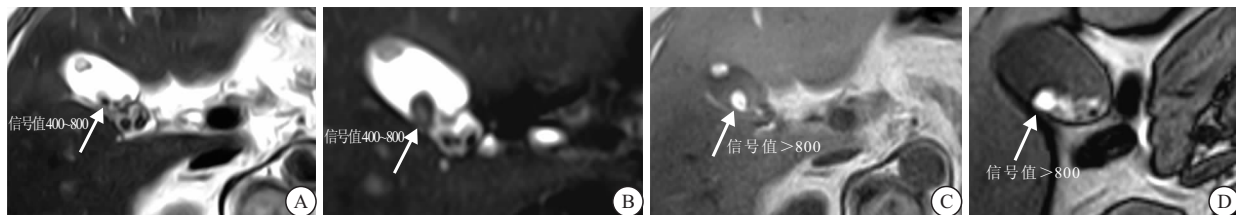


图 4 100 例阳性病例中 13 例患者的影像表现及影像值

Figure 4 Imaging performance and values of 13 of 100 positive cases

注: A. 横断面 T2WI 序列; B. 横断面 T2WI SPAIR 序列(胆囊增大, 囊壁增厚, 囊内可见多发结节状异常信号影呈外周低信号中央稍高信号); C. 横断面 T1WI 序列; D. 横断面 FEISTA 序列(胆囊增大, 囊壁增厚, 囊内可见多发结节状高信号影)

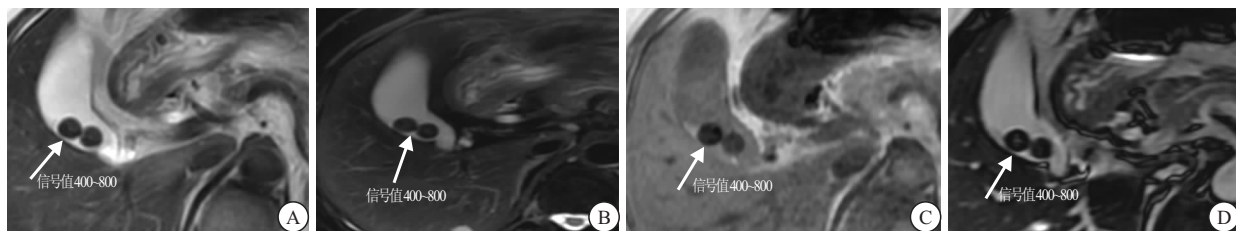


图 5 100 例阳性病例中 32 例患者的影像表现及影像值

Figure 5 Imaging performance and values of 32 of 100 positive cases

注: A. 横断面 T2WI 序列; B. 横断面 T2WI SPAIR 序列; C. 横断面 T1WI 序列; D. 横断面 FEISTA 序列(胆囊体积尚可, 胆囊壁未见增厚, 囊内可见多发类圆形异常信号影呈外周低信号中央稍高信号)

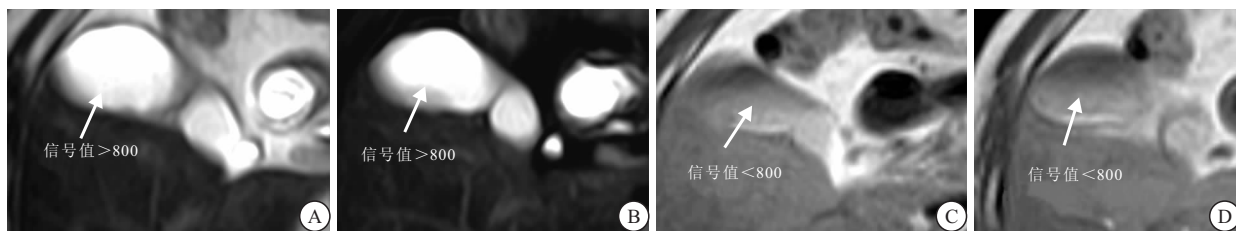


图 6 50 例阴性患者的影像表现及影像值

Figure 6 50 Imaging performance and values of negative patients

注: A. 横断面 T2WI 序列; B. 横断面 T2WI SPAIR 序列; C. 横断面 T1WI 序列; D. 横断面 FEISTA 序列(胆囊体积尚可, 胆囊壁未见增厚, 囊内未见异常信号影)

表 2 100 例观察对象中阳性结石和胆汁空白对照在各序列的信号值

Table 2 Signal values of positive stones and bile blank control in each sequence in 100 subjects

扫描序列	胆固醇结石 (n=53)			胆色素结石 (n=15)			混合型结石 (n=32)			无结石 (n=50)		
	<400	400~800	>800	<400	400~800	>800	<400	400~800	>800	<400	400~800	>800
T2WI	43	10	0	2	13	0	14	18	0	0	0	50
T2WI SPAIR	43	10	0	2	13	0	12	20	0	0	0	50
T1WI	52	1	0	0	0	15	2	30	0	0	50	0
FEISTA	52	1	0	0	0	15	2	30	0	0	50	0

学意义。

2 结果

2.1 FT-IR 与 MRI 信号表现对不同成分结石诊断情况 McNemar 检验结果显示, FT-IR 和 MRI 两种结石诊断方法对比差异无统计学意义 ($P=0.135$) (表 3), 可认为两种方法检出率无差异。两组的 Kappa 值为 0.962, Kappa 值 >0.7 (表 4), 说明 FT-IR 和 MRI 两种结石诊断方法一致性很好。经 ROC 曲线分析可

知, MRI 筛查不同结石情况的 AUC (95% CI) 为 0.980 (0.943~0.996), 准确度为 97.33%, 灵敏度为 96.00%, 特异度为 100.00%, 约登指数为 0.96 (图 7)。说明 MRI 筛查结石情况的效果很好。

2.2 FT-IR 与 MRI 信号值对不同成分结石诊断情况 McNemar 检验结果显示, 两组诊断对比差异无统计学意义 ($P=0.655$) (表 5), 可认为两种方法检出率无差异。两组的 Kappa 值为 0.953, Kappa 值 >0.7

表 3 FT-IR 与 MRI 信号表现对不同成分结石诊断情况的 McNemar 分析

Table 3 McNemar analysis of FT-IR and MRI signal performance in the diagnosis of stones with different components

MRI 诊断	FIR 光谱诊断				McMemar	P
	胆固醇 结石	胆色素 结石	混合 结石	无结石		
胆固醇结石	53	0	2	0		
胆色素结石	0	13	0	0		
混合结石	0	2	30	0		
无结石	0	0	0	50		
合计	53	15	32	50	4.00	0.135

表 4 FT-IR 与 MRI 信号表现对不同成分结石诊断情况的 Kappa 一致性检验

Table 4 Kappa consistency test of FT-IR and MRI signal performance in the diagnosis of stones with different components

	Kappa 值	标准误	近似值 T	P
一致性度量	0.962	0.019	18.896	<0.001
N	150			

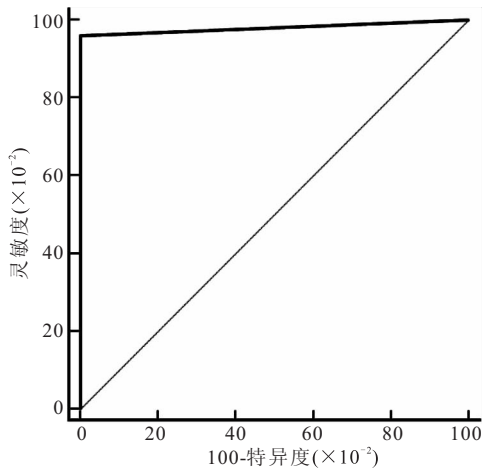


图 7 评估 MRI 信号表现预判结石成分准确性的 ROC 曲线

Figure 7 ROC curve for evaluating the accuracy of MRI signal performance in predicting stone composition

(表 6),说明两种方法诊断结果一致性很好。经 ROC 曲线分析可知,MRI 筛查不同结石情况的 AUC (95% CI)为 0.975(0.935~0.994),准确度为 96.67%,灵敏度为 95.00%,特异度为 100.00%,约登指数为 0.95 (图 8),说明 MRI 筛查结石情况的效果很好。

2.3 根据以上分析将 MRI 判断胆囊结石成分的结果汇总 胆固醇结石:T2WI、T2WI SPAIR 序列呈低信号或外周低信号中央高信号,T1WI、FEISTA 序列呈低信号,信号值:T2WI、T2WI SPAIR 序列 < 800, T1WI、FEISTA 序列 < 400。胆色素结石:T2WI、T2WI SPAIR 序列呈外周低信号中央高信号,T1WI、FEISTA 序列呈高信号,信号值:T2WI、T2WI SPAIR 序列 < 800, T1WI、FEISTA 序列 > 800。③ T2WI、T2WISPAIR、T1WI、FEISTA 序列呈外周低信号中

表 5 FT-IR 与 MRI 信号值对不同成分结石诊断情况的 McNemar 分析

Table 5 McNemar analysis of FT-IR and MRI signal values in the diagnosis of stones with different components

MRI 诊断	FIR 光谱诊断				合计	McNemar	P
	胆固醇 结石	胆色素 结石	混合 结石	无结石			
胆固醇结石	50	0	2	0	52		
胆色素结石	0	15	0	0	15		
混合结石	3	0	30	0	33		
无结石	0	0	0	50	50		
合计	53	15	32	50	150	0.20	0.655

表 6 FT-IR 与 MRI 信号值对不同成分结石诊断情况的 Kappa 一致性检验

Table 6 Kappa consistency test of FT-IR and MRI signal values in the diagnosis of stones with different components

	Kappa 值	标准误	近似值 T	P
一致性度量	0.953	0.021	18.860	<0.001
N	150			

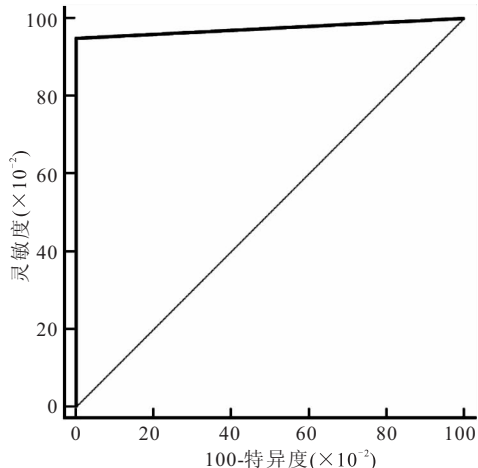


图 8 评估 MRI 信号值预判结石成分准确性的 ROC 曲线

Figure 8 ROC curve for evaluating the accuracy of MRI signal values in predicting stone composition

央高信号,信号值均 < 800。

3 讨论

3.1 胆囊结石的 FT-IR 分析特点 FT-IR 被认为是分析化合物化学组成的可靠方法,广泛应用于泌尿系结石或胆囊结石分析、不同组织恶性肿瘤的诊断以及血液或体液成分的测量等^[7]。胆囊结石的传统分类是根据其化学组成成分的不同,将胆石分为 3 类,分别是胆固醇结石、胆色素结石和混合性结石,混合结石是指含有两种或两种以上物质组分且各组分含量相近的结石。Qiao 等^[2]的研究显示,胆固醇结石的 FT-IR 特征吸收峰为 1466、1377、1057 cm^{-1} ;胆色素结石的 FT-IR 特征吸收峰为 1663、1629、1570、1247 cm^{-1} ;胆固醇-胆红素混合结石的 FT-IR 特征吸收峰为 1666、1570、1246 cm^{-1} 、1463、1377、1056 cm^{-1} 。本

研究中,观察组 100 例胆囊结石标本中有 53 例出现 1458、1371、1053 cm^{-1} 的特征性吸收峰,将其判定为胆固醇结石;15 例出现 1668、1662、1631、1246 cm^{-1} 的特征吸收峰,将其判定为胆色素结石;32 例出现 1454、1047 cm^{-1} 与 1637、1560、1249 cm^{-1} 同时存在的特征性吸收峰,将其判定为混合型结石。因为对结石的分析不是按照逐层分析而是整体分析,可能会出现部分特征性峰值不显现的情况,但是基于现有的峰值可以将结石种类加以区分。

3.2 胆囊结石的 MRI 特点 MRI 被广泛应用于医学的各个领域^[8],其实用性得到了广泛的认可。1986 年 MRI 第一次被用于胆道疾病的诊断,当时仅对扩大的胆管以及明显的梗阻部位有较敏感的诊断意义。随着技术的进步, MRI 作为一种非侵入性的检查方法,以其无创、无辐射、不需造影剂、操作简便、无并发症及可重复检查等特点,易于被广大患者所接受,从而成为胆系结石一项重要的辅助检查手段。此外, MRI 对软组织的分辨率高,为多参数扫描,可为胰胆管形态学提供全面的诊断信息^[9-10]。胆囊结石的主要成分包括水、胆固醇、胆色素、钙等,其中部分金属离子与胆红素结合形成复合物^[2]。然而,在临床上利用 MRI 预判胆囊结石成分的报道较少,这可能是由于在固体中分子运动受到限制,难以获得 MRI 信号,质子 T2 弛豫时间显著缩短, T1 弛豫时间延长^[11]。已知 Cu、Fe、Mn 等金属离子具有较大的磁矩,表现为顺磁离子,缩短了水质子的 T1 弛豫时间,因此含有这些离子的组织在 T1WI 图像上呈现高强度信号, Ukaji 等^[12]、刘广宇^[13]对体外结石的研究显示, T1WI 上 PS 的亮信号可能与内部金属含量有关,高强度区金属含量显著高于低强度区, Cu 含量尤为显著。 Moon 等^[14]研究指出, T2WI 图像中央高强度显示的是胆囊结石内充满液体的裂隙。 MRI 水成像是利用水的 T2 权重效应,采用加长 TR、TE,重点突出组织中水的成分^[15]。本实验利用胆囊结石内部的金属元素或者含水等原因会对 MRI 的信号产生影响,采用 4 种序列(T2WI、T2WI SPAIR、T1WI、FEISTA)对胆囊结石进行分析。研究^[16-17]表明, FEISTA 序列运用完全平衡的梯度为每个 TR 间隔的末端横向磁化重新定相,形成良好的 T2 对比,图像上可以清晰看到缓慢流动的液体呈高信号。该序列的三大特点:①梯度回波序列,对磁敏感及磁化率伪影敏感。②对比度的权重既不在 T1 也不在 T2,而是 T2/T1。③又称其为三亮序列即脂肪亮、水亮,血液亮,因此可以辅助 T2WI 序列检查胆道系统。由于胆色素结石中含有金属成分,其中央内部含水量较高,因此在 T2WI 序列上可以看到

中央高信号,在 T1WI 和 FEISTA 序列中可以看到与周围胆汁信号强度相似的高信号影。 Catalano 等^[18]在实验中观察到胆结石内蛋白质大分子的存在有时可能是在 T1 或 T2 加权像上看到中心高信号与周边低信号(T1 弛豫时间较短)的原因。由于胆汁和结石在不同序列上会产生不同的信号差异,而信号差异会导致影像值的差异,因此利用此特点采用美国 GE-Medical systems LLC 3.0T 超导型 MRI 测量各结石在各序列下的影像值,在试验过程中发现不同成分的胆结石在不同的序列下测量的值不同,根据本实验结果可见胆囊结石内部的水成分决定了其在 FEISTA 序列上表现的高信号,而在 T2WI 和 T2WI SPAIR 序列上表现的混杂信号可能是由于内部蛋白质大分子的存在,也有可能是胆色素结石及胆固醇结石形成混合结石而本身呈现的信号状态。如果是内部蛋白质大分子的缘故则可能在 T2WI 和 T1WI 序列上看到混杂信号但是不会在 FEISTA 序列上看到周围低中央高的混杂信号或单纯高信号影,相应的影像值只会在 T2WI 和 T2WI SPAIR 序列会超过 400,而 T1WI 和 FEISTA 序列不会超过 400;如果是混合型结石则在 T1WI 和 FEISTA 序列上看到的是周围低中央高的混杂信号而不是高信号影。因此该序列上相应的影像值会出现超过 400 但最大不超过 800,如果是胆色素成分,则其 T1WI 和 FEISTA 序列会出现高信号表现,该序列上相应的影像值也会超过 800。

3.3 MRI 预判胆囊结石成分为未来胆囊结石的预防、诊疗提供新思路 有症状胆石症和无症状胆石症的处理方式有所不同,具体预防、诊治的方式要根据结石成分而定,胆囊结石成分的不同与胆汁成分改变息息相关,而相关研究表明胆汁成分是可以各自敏感的作用通路进行改变的^[19]。因此 CS 和 PS 的鉴别诊断有时在临床上具有重要意义。无症状胆石症发生在大多数胆石症患者中,根据目前的指南^[4-5],应期待治疗,自然病史研究和大多数决策分析研究不赞成对其进行预防性胆囊切除术^[6]。相反,对于伴有胆绞痛、急性胆囊炎、急性胰腺炎等并发症的患者需要治疗,包括用止痛药缓解疼痛,用熊去氧胆酸进行药物溶石,以及急诊或常规开腹或腹腔镜胆囊切除术,其中胆囊切除术是金标准治疗方法^[20]。虽然手术治疗胆结石通常是安全有效的,但术后可能会发生一些并发症,如胆管损伤、胆漏、出血、肠道损伤、感染和非特异性的术后胃肠道症状,即持续性腹痛和消化不良,包括胆道或胆道外原因导致的早期或晚期“胆囊切除术后综合征”发生在高达 10% 的病例中^[21],这些都与医疗费用的显著增加有关,因此胆囊结石的有效预防

对减少医疗负担也具有重要的意义。目前 CS 的预防治疗可分为一级预防和二级预防,一级预防的目标是防止 CS 的形成,无论是在普通人群中的胆结石高危人群还是在一些流行病学确定的高危种族。二级预防的目的是防止溶石治疗后胆结石的复发。值得注意的是,虽然有 1/3 的胆结石最终会引起症状和并发症,但许多胆结石无任何临床症状。因此,二级预防也可用于防止这类患者出现症状和并发症^[22]。根据胆囊结石的发病机制其预防可以分为物理预防和药物预防,其中药物方面,由于熊去氧胆酸已被证明通过降低胆固醇的肠道吸收和胆汁分泌,以及胆汁酸池的疏水性指数来促进胆结石的溶解,因此可与他汀类药物一起用于溶解 CS^[22]。但是熊去氧胆酸使用局限且复发率高,这种治疗方法已普遍失势。此外研究^[22-23]显示依折麦布也被证明能够显著降低胆固醇饱和及胆固醇饱和指数,因此也可能成为一种新的、有潜力的治疗或预防 CS 的新工具。

4 结论

MRI 可以较准确的预判胆囊结石成分,可为临床治疗胆石病提供新思路,为胆石病的预防及流行病学研究提供理论基础。

【参考文献】

[1] 刘金有,姚煌,高磊. 磁共振对胆囊结石成分信号变化的研究[J]. 临床普外科电子杂志,2016,4(1):28-31.

[2] QIAO T, MA R H, LUO X B, *et al.* The systematic classification of gallbladder stones[J]. PLOS ONE,2013,8(10):e74887.

[3] Lammert F, Gurusamy K, Ko C W, *et al.* Nat Rev Dis Primers [J]. 2016,2:16024.

[4] European Association for the Study of the Liver (EASL). Electronic address: easloffice@easloffice.eu. EASL Clinical Practice Guidelines on the prevention, diagnosis and treatment of gallstones[J]. J Hepatol, 2016,65(1):146-181.

[5] PORTINCASA P, DI CIAULA A, DE BARI O, *et al.* Management of gallstones and its related complications[J]. Expert Rev Gastroenterol Hepatol,2016,10(1):93-112.

[6] TEWARI M. Contribution of silent gallstones in gallbladder cancer[J]. J Surg Oncol,2006,93(8):629-32.

[7] YOO E H, OH H J, LEE S Y. Gallstone analysis using Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR)[J]. Clin Chem Lab

Med, 2008, 46(3): 376-381.

[8] 郭达,杨陈,陈天武,等. 脂肪肝的 MRI 研究进展[J]. 西部医学,2017,29(4):574-577,581.

[9] 宋立,尚华,耿左军,等. 3.0T MRI 漏诊肝外胆管结石的特征分析及对策[J]. 中国临床医学影像杂志,2017,28(8):596-598.

[10] 赵沁萍,陈江,刘春玉. 磁共振及磁共振胰胆管成像技术在诊断等密度胆系结石中的应用[J]. 广西医学,2018,40(6):694-695.

[11] 米利晓,孙建男,赵恒宇,等. 影像学方法鉴别胆囊结石成分的研究进展[J]. 中国临床医学影像杂志,2018,29(3):215-217.

[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):49-56.

[13] 刘广宇,孙浩然,白人驹. 胆系结石金属成分与 MRI 信号的相关性研究[J]. 中华放射学杂志,2015,49(2):107-112.

[14] MOON K L, HRICAK H, MARGULIS A R, *et al.* Nuclear magnetic resonance imaging characteristics of gallstones in vitro [J]. Radiology,1983,148:753-756.

[15] 潘康乐. 磁共振 MRCP 在诊断胆总管结石中的价值[J]. 影像研究与医学应用,2020,4(9):51-52.

[16] 狄群,管然祺. 3D-FIESTA 序列在 MRI 成像中的应用[J]. 世界最新医学信息文摘,2015,15(31):155-156.

[17] 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.

[18] CATALANO O A, SAHANI D V, KALVA S P, *et al.* MR imaging of the gallbladder: a pictorial essay[J]. Radiographics, 2008, 28(1): 135-155, 324.

[19] 乔铁,罗小兵,杨柳青. 胆囊结石相关胆汁分析的临床研究进展[J]. 上海医药,2017,38(16):3-5.

[20] DI CIAULA A, WANG DQ, PORTINCASA P. Cholesterol cholelithiasis: part of a systemic metabolic disease, prone to primary prevention[J]. Expert Rev Gastroenterol Hepatol,2019,13(2):157-171.

[21] ISHERWOOD J, OAKLAND K, KHANNA A. A systematic review of the aetiology and management of post cholecystectomy syndrome[J]. Surgeon, 2019, 17(1): 33-42.

[22] WANG H H, PORTINCASA P, DE BARI O, *et al.* Prevention of cholesterol gallstones by inhibiting hepatic biosynthesis and intestinal absorption of cholesterol[J]. EUR J CLIN INVEST 2013, 43(4): 413-426.

[23] PORTINCASA P, CIAULA AD, BONFRATE L, *et al.* Therapy of gallstone disease: What it was, what it is, what it will be [J]. World J Gastrointest Pharmacol Ther,2012,3(2):7-20.

(收稿日期:2021-11-25;修回日期:2022-09-29;编辑:黎仕娟)