

心脏延迟增强 MRI 不同 TI 值对心肌梗死诊断效能的影响

陆虹宇, 杨映霞, 黄涛, 蒋平平, 崔盟, 林华

【摘要】 目的:通过与 TI 值为 300 ms 的常规相位敏感反转恢复(PSIR)序列进行比较,探讨调整 TI 值为左室血池过零时 PSIR 序列心脏延迟增强 MRI 对心肌梗死的诊断效能。**方法:**将 2022 年 3 月—2022 年 12 月在本院确诊为心肌梗死的 35 例患者纳入本研究。所有患者在静脉注射 Gd-DTPA 后 10 min 分别采用 300 ms 和血液过零时的 TI 值行 PSIR 序列延迟增强(LGE)扫描,扫描平面包括两腔心、四腔心及通过病变区的短轴位。测量并比较 2 种 TI 值 LGE 图像上正常心肌、心肌疤痕与心腔内血液的 SNR、CNR 和信号强度(SI)的差异及心肌梗死范围的差异。**结果:**调整 TI 后 LGE 图像上心肌疤痕区域与左心室血池的 CNR[24.58 (16.80, 48.51) vs. 11.83 (5.04, 22.73), $Z = -6.87, P < 0.05$]更高,并能显示更大的梗死面积[4.20 (2.10, 7.55) mm² vs. 3.45 (1.40, 6.15) mm², $Z = -6.65, P < 0.05$],且有更高的疤痕-血池信号强度差[366.80 (258.75, 432.60) vs. 175.90 (73.30, 259.35), $Z = -8.13, P < 0.05$],更低的正常心肌-血池信号强度差[284.70 (196.05, 405.20) vs. 511.20 (394.55, 636.70), $Z = -8.07, P < 0.01$]。**结论:**调整 TI 后的 PSIR 序列心脏延迟增强扫描可以有效抑制心腔内血池信号,提高心肌疤痕与血池的对比,而且心内膜下和乳头肌的强化更明显而显示更清晰,从而可提高对梗死区域内心肌活性的检测敏感度。

【关键词】 心肌梗死; 相位敏感反转恢复序列; 磁共振成像; 延迟强化; 反转时间

【中图分类号】 R445.2; R542.2⁺ **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)04-0473-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.04.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of the efficacy of delayed cardiac magnetic resonance imaging with different TI-values in displaying myocardial infarction LU Hong-yu, YANG Ying-xia, HUANG Tao, et al. Department of Radiology, the Peoples Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 523021, China

【Abstract】 Objective: To explore the diagnostic efficacy of late gadolinium enhancement cardiac MRI (LGE-cMRI) using phase sensitive inversion recovery (PSIR) sequence with a adjusted TI at zero crossing of the left ventricular blood pool for myocardial infarction by comparing it with PSIR using TI of 300ms. **Methods:** 35 patients with confirmed myocardial infarction from March 2022 to December 2022 in our hospital were recruited. All patients underwent LGE-MRI scanning using PSIR sequence with TI of 300ms and TI of blood zero crossing after ten minutes of medication. The scanning plane included two-chamber, four-chamber and short-axis images passing through the lesion area. The differences of SNR, CNR and signal intensity (SI) in normal myocardium, myocardial scar and intracardiac blood, as well as the difference of myocardial infarct extent on the LGE images with the two TI-values were measured and compared. **Results:** After resetting TI, the myocardial scars and blood pool in left ventricular showed a higher CNR [24.58 (16.80, 48.51) vs. 11.83 (5.04, 22.73), $Z = -6.87, P < 0.05$] and larger infarction area [4.20 (2.10, 7.55) vs. 3.45 (1.40, 6.15), $Z = -6.65, P < 0.05$]. There was a higher signal intensity difference between myocardial scars and [366.80 (258.75, 432.60) vs. 175.90 (73.30, 259.35), $Z = -8.13, P < 0.01$], and a lower signal intensity difference between normal myocardium and blood pool in chambers of the heart [284.70 (196.05, 405.20) vs. 511.20 (394.55, 636.70), $Z = -8.07, P < 0.01$]. **Conclusion:** The PSIR sequence with adjusted TI in LGE-cMRI scan can effectively suppress intracardiac blood pool signals, improve the contrast between myocardial scar and

作者单位: 523021 广西南宁, 广西壮族自治区人民医院放射科

作者简介: 陆虹宇(1983—), 女, 广西武鸣人, 本科, 副主任技师, 主要从事心血管和胸部影像技术工作。

通讯作者: 林华, E-mail: lhava@163.com

基金项目: 广西卫生健康委员会自筹科研课题(Z20210103); 广西自然科学基金项目(2021GXNSFAA196062)

blood pools, which is helpful to displaying subendocardial and papillary muscles more clearly, thus can improve the sensitivity of detecting myocardial activity in the infarction area.

【Key words】 Myocardial infarction; Phase sensitive inversion recovery sequence; Magnetic resonance imaging; Late gadolinium enhancement; Inversion time

心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)仍然是全世界死亡率高的主要病因之一^[1]。心肌梗死是心血管疾病中的常见病,目前,延迟增强(late gadolinium-enhanced, LGE)MRI 已成为诊断心肌纤维化和疤痕组织的首选方法,也是目前公认的无创性评估局限性纤维化的金标准^[2-3]。心肌梗死面积是梗死患者发生二尖瓣反流的影响因素之一^[4],LGE 能够全面反映心内膜下至透壁性心肌梗死等不同程度的病变,同时能准确评估缺血梗死范围,直接指导冠心病再血管化治疗^[5-6],对于指导临床治疗能起到关键的作用。曾道兵等^[7]学者指出心肌首过灌注和 LGE 扫描不仅能评估梗死病灶内心肌的活性,还能发现存在微循环障碍的心肌,对临床评估冠状动脉非阻塞性心肌梗死的预后具有重要意义。LGE-MRI 是一种众所周知的评估心肌活性的重要方法^[8]。传统的 LGE-MRI 检查方法为静脉注射钆对比剂 10~20 min 后使用反转脉冲的快速梯度回波序列进行多方位 2D 采集。通过正确选择反转时间(inversion time, TI),即心肌信号从负值恢复到零时的时间,来消除健康心肌的信号,而心腔内血液和纤维化的心肌则保持高信号^[9-10]。血池内的高信号有时会影响心内膜侧心肌组织的观察。寻找能更敏感地检出心内膜下高信号的方法势在必行。2017 年 Francis 等^[11]学者提出了使用 T₂ 准备脉冲加 IR 反转恢复的延迟强化技术,该技术能把心腔内血池信号完全抑制,显著提高心内膜下高信号病灶的检出,具有重要的临床意义。本研究中常规使用相位敏感反转恢复(phase sensitive inversion recovery, PSIR)序列行 LGE-MRI 扫描。此序列结合了心电图门控、k 空间节段填充和多个心动周期数据整合等技术,已成为临床上行心脏 LGE-MRI 扫描最常用的序列^[12-13]。此序列在成像过程中先使用一个反转脉冲来抑制正常心肌的信号,使得正常心肌在图像上呈低信号,一个突出的优势就是在设置 TI 时间时取值范围更广,更容易获得较满意的图像质量^[14]。由于此序列能自动校正相位信息重建出心肌信号最低时的图像,所以可以直接使用序列进行扫描,不需要基于正常心肌过零点时的时间来设置 TI 值。在此序列的图像上,正常心肌的信号强度通常为零,即使在血液呈明显高信号的 LGE 图像上,仍然能获得血池与心肌疤痕之间的良好对比^[15]。这种亮血 LGE 方法虽然也能实现缺血和健康心肌之间的高对比度,然而,来自相邻血池的高信号还是会影

响到与血池邻近的心肌内疤痕的显示和体积的评估^[11]。本研究中尝试调整 SPIR 序列 LGE 成像时的 TI 值(寻找合适的 TI 值以抑制血池高信号),并通过与采用常规 TI 值的 LGE-MRI 图像的质量进行对比,观察调整后的 LGE-MRI 对心肌梗死病灶的显示情况,旨在进一步提高 MRI 技术在评估心肌梗死中的临床应用价值。

材料与方法

1. 研究对象

前瞻性将 2022 年 3 月—2022 年 12 月在本院确诊为心肌梗死并进行定期复查的 35 例患者纳入本研究。纳入标准:通过临床表现,心电图,肌钙蛋白,冠脉造影等诊断为心肌梗死,且愿意配合检查患者。排除标准:①有幽闭恐惧症等磁共振检查禁忌证;②有严重的系统系统疾病,包括肾功能不全(肾小球滤过率<30 mL/min)、严重心率失常及意识不清等,导致患者无法长时间配合扫描;③MRI 检查前对患者进行呼吸训练,但是扫描过程中患者仍然无法配合闭气而导致图像质量较差。

2. MRI 检查方法

使用 Siemens 3.0T Skyra MR 扫描仪和 18 通道表面相控阵线圈,正确连接心电图门控及呼吸门控,扫描时嘱患者屏气,于呼气末采集图像。①首先采集常规心脏形态学序列及电影序列 MR 图像,扫描平面包括左室长轴位、四腔心、心尖至基底段的短轴位和左室三腔心。形态学成像序列主要使用黑血技术双反转和三反转 FSE 序列,电影成像采用平衡式稳态自由进动梯度回波(balanced steady-state free precession, True-FISP)序列。②然后,采用饱和准备脉冲短时 FLASH 序列行对比增强(contrast-enhanced, CE)首过灌注成像。扫描前经肘正中静脉注入对比剂马根维显,注射流率 4.0 mL/s,剂量 0.125 mmol/kg。③灌注扫描结束后,再以 2.0 mL/s 的流率追加注射等量对比剂,10 min 后采用 2 组 TI 值分别行 PSIR-LGE 扫描,扫描平面包括两腔心、四腔心和病变区短轴位,2 次扫描时的层面保持一致。传统的采用固定 TI 值的长 TI 组主要扫描参数:TR 4.1 ms, TE 1.6 ms,层厚 8.0 mm,视野 260 mm×350 mm,矩阵 130×256, TI 300 ms,反转角 20°。短 TI 组扫描时先采用 TI-scout 序列选择多个 TI 采集多个期相(phase)的数据,得到不同 TI 的

多种对比度图像。以此来确定左心室内血液信号至零时的 TI 值,然后使用此 TI 值来完成 PSIR 扫描,其它扫描参数则与长 TI 组一致。根据心率不同,2 次扫描的时间均为 5~10 s,平均 7.5 s。

3. 图像后处理及分析

由 2 位分别具有 5 年以上心血管磁共振诊断经验的副主任医师采用双盲法对两组图像的质量进行主观评分。1 分:效果差,无法诊断疤痕心肌有无强化。2 分:效果中等,疤痕心肌可见强化,但边界模糊不清。3 分:效果尚好,小于一半疤痕心肌强化边界可清晰识别;4 分:效果好,一半以上疤痕心肌强化边界清晰识别;5 分:效果优,疤痕心肌整体强化呈明显高信号,边界清晰。

由以上 2 位医师在 Siemens 副工作台上独立进行数据的测量和计算,其中一位医师 24 h 后再次重复测量所有患者的疤痕心肌的强化面积。放大图像,沿心肌延迟强化灶的边缘勾画其轮廓测量强化灶的面积,然后,分别在远端正常心肌、疤痕心肌和左心室腔内血池区域勾画圆形 ROI,并保证同一层面两组图像上所画的 ROI 区域位置和面积一致。获得各 ROI 的信号强度(signal intensity, SI)及标准差(standard deviation, SD)的数据。然后计算不同组织 SI 的差值(ΔSI)及 SNR 和 CNR^[16]:

$$SI_{A-B} = SI(A) - SI(B) \quad (1)$$

$$SNR = \frac{SI}{SD} \quad (2)$$

$$CNR_{A-B} = \frac{SI(A) - SI(B)}{\sqrt{SD(A)^2 + SD(B)^2}} \quad (3)$$

其中, A、B 代表所测量的 2 种组织。

4. 统计学方法

所有数据的分析使用 SPSS 26.0 统计软件。采用配对样本 t 检验(正态分布数据)或非参数 Wilcoxon 符号秩检验(非正态分布数据)评估两种方法图像上远端正常心肌、疤痕心肌和左心室腔内血池的 SNR,疤痕心肌-左心室腔内血池,疤痕心肌-左心室腔内血池,左心室腔内血池-正常心肌之间的 CNR,疤痕心肌面积,远端正常心肌、疤痕心肌和血池之间信号强度的差异。计量资料符合正态分布者以均数 $\pm$ 标准差表示,不符合正态分布者则以中位数(上、下四分位数)表示。采用 Kappa 检验评估 2 位医师对图像质量评分的一致性, $Kappa \leq 0.20$ 为一致性较差, $0.21 < Kappa \leq 0.40$ 为一致性一般, $0.41 < Kappa \leq 0.60$ 为一致性中等, $0.61 < Kappa \leq 0.80$ 为一致性较强, $0.81 < Kappa \leq 1.00$ 为一致性强。以组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)分析 2 位医师测量强化心肌面积的一致性, $ICC < 0.40$ 为一致性较差, $0.40 \leq ICC < 0.75$ 为一致性一般, $ICC \geq 0.75$ 为一致性良好。以

$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般临床资料

35 例心肌梗死患者中,男 30 例,女 5 例。年龄(59.06 ± 10.34)岁,身高(168.17 ± 5.53)cm,体重(71.37 ± 21.67)kg,心率(71.69 ± 5.40)次/分。

2. 图像质量评估结果及一致性分析

两位医师对两组图像主观评分的一致性均为强(短 TI 组: $Kappa = 1.00, P < 0.05$; 长 TI 组: $Kappa = 0.91, P < 0.05$)。2 位医师测量两组图像上心肌延迟强化面积的一致性良好(短-LGE 组 $ICC = 0.99$, 长-LGE 组 $ICC = 1.00, P$ 均 < 0.05)。同一位医师重复测量强化面积的一致性均为良好(短 LGE 组 $ICC = 0.79$, 长 LGE 组 $ICC = 0.98, P$ 均 < 0.05)。

两组图像质量主观评分短 TI 组优于长 TI 组[5(5,5)vs. 4(4,4), $Z = -7.82, P < 0.01$]。

3. 心肌和血池各项定量参数值的比较

两组图像上心肌和血池各项定量参数值的比较详见表 2。两组图像上测量的心肌、疤痕和血池之间 SI 值的对比见图 1。

与长 TI 组相比,短 TI 组中心肌疤痕与血池之间的 ΔSI 值更高,正常心肌与血池之间的 ΔSI 值更低,且疤痕与血液之间的 CNR 明显提高(P 均 < 0.05),因此更能突出疤痕灶的明显强化表现,可为观察者提供更好的视觉对比。但是,正常心肌、疤痕和血池的 SNR 在两组之间的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。与此同时,短 TI 组测得的疤痕面积更大($P < 0.05$)。所有的短 TI 组图像上血池信号均有所降低(“变暗”),其中 28 帧视觉上已达到了黑血效果,占有短

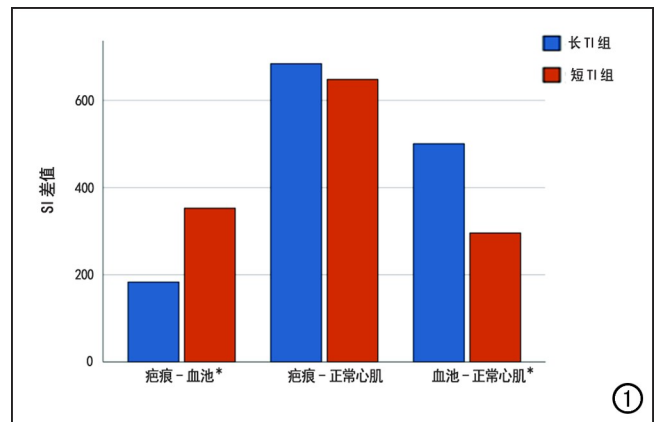


图 1 两组图像上正常心肌、疤痕和血池之间 ΔSI 值对比的条形图。* 为两组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。短 TI 组图像上疤痕与血池之间 SI 的差异更显著,而血池与正常心肌之间的 SI 的差异更小。

TI 图像的 26.7% (图 2); 其余短 TI 图像虽没有达到黑血效果, 但血池信号与长 TI 图像相比仍有明显降低, 使得疤痕的强化轮廓变得更清晰, 显示的强化灶的面积可能也更大, 尤其是位于心内膜下和乳头肌处的病灶(图 3~5)。

讨 论

过去很多学者提出了同时消除正常心肌和血池信号来增加疤痕与周围正常心肌及血池信号对比的方法, 其中包括使用 T_2 磁化准备后的反转脉冲来抑制血液和正常心肌的信号^[17]。使用稳定增加的动态 TI 补偿技术来改善血液高信号, 以优化血液与疤痕的对比度^[18]。同时采集组织的 T_1 和 T_2 信号, 即可计算获得亮血和黑血 LGE 图像^[19]。这些方法都能有效改善心肌内疤痕与血池的对比度, 显示透壁梗死灶的边界提高疤痕检出率^[17-19]。然而这些方法需要工程师在临

床实践中不断进行序列的广泛优化及软件的改进, 而这在部分医院实现起来有一定难度。本研究在于找到简便有效的方法进一步提高对心肌内延迟强化病灶的检出敏感性。PSIR 序列在一次扫描中分别在两个 R-R 间期内采集两次信号, 得到两个模数幅度图, 再用第二个模数幅度图校正第一个模数幅度图的信息, 重建出一个校正实图(corrected real, CR), 用于对 LGE 图像的分析。因为 PSIR 序列对 TI 的宽容度大, 生成的 CR 图可以确保正常心肌信号被抑制, 因此不再需要确定心肌过零点的时间来设置 TI。此时, 如果将 TI 值设置为左室血池过零点的时间, 重建得出的 CR 图正常心肌显示低信号, 心腔血池的信号也会降低。本研究中, 所有短 TI 图像的血池信号都要低于长 TI, 图像质量主观评分也要优于长 TI。且通过比较发现短 TI 组 CNR 疤痕-血池、CNR 血池-正常心肌 都高于长 TI 组。笔者认为主要原因是因为短 TI 图像上血池信

表 1 两组之间心肌及血池定量参数值的比较

指标	短 TI 组	长 TI 组	Z 值	P 值
SI _{疤痕-血液}	366.80(258.75, 432.60)	175.90(73.30, 259.35)	-8.13	0.00
SI _{疤痕-正常心肌}	642.60(512.45, 766.85)	672.40(552.55, 789.10)	-1.92	0.06
SI _{血液-正常心肌}	284.70(196.05, 405.20)	511.20(394.55, 636.70)	-8.07	0.00
SNR _{疤痕}	50.94(35.26, 72.69)	51.15(36.33, 80.80)	-0.92	0.36
SNR _{血液}	158.53(110.59, 246.60)	171.12(123.63, 268.01)	-1.62	0.11
SNR _{正常心肌}	56.46(37.43, 85.07)	63.27(41.18, 99.77)	-0.65	0.52
CNR _{疤痕-血液}	24.58(16.80, 48.51)	11.83(5.04, 22.73)	-6.87	0.00
CNR _{疤痕-正常心肌}	20.04(13.05, 31.20)	21.14(11.98, 32.45)	-0.65	0.52
CNR _{血液-正常心肌}	9.00(5.07, 14.75)	16.83(9.31, 25.19)	-5.02	0.00*
疤痕面积	4.20(2.10, 7.55)	3.45(1.40, 6.15)	-6.65	0.00

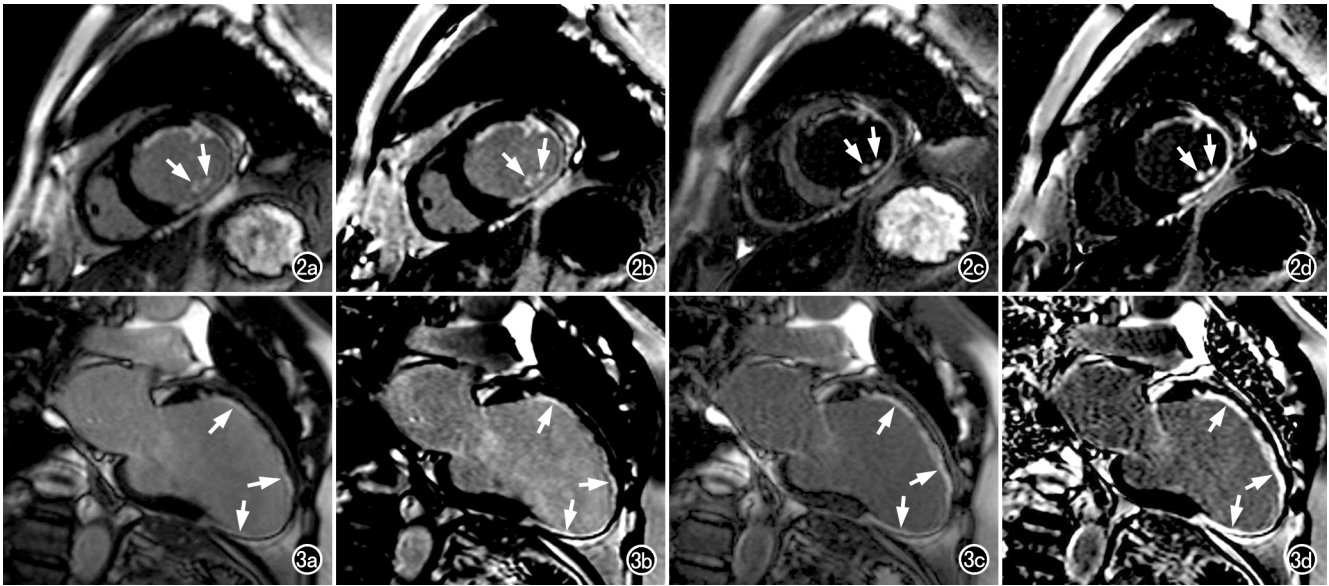


图 2 男性, 69 岁, 心肌梗死 7 年患者的 SPIR-LGE 图像。与长 TI 图像相比, 短 TI 图像上心腔内血池信号较低, 视觉上达到黑血效果, 且心肌内瘢痕组织(箭)强化更显著、边界更清晰。a)长 TI 幅度图; b)长 TI 相位图; c)短 TI 幅度图; d)短 TI 相位图。 图 3 男性, 64 岁, 心肌梗死 4 个月患者的 SPIR-LGE 图像。与长 TI 图像相比, 短 TI 图像上血池信号明显降低, 且心肌内瘢痕组织(箭)强化更显著, 轮廓更清晰, 强化面积也更大。a)长 TI 幅度图; b)长 TI 相位图; c)短 TI 幅度图; d)短 TI 相位图。

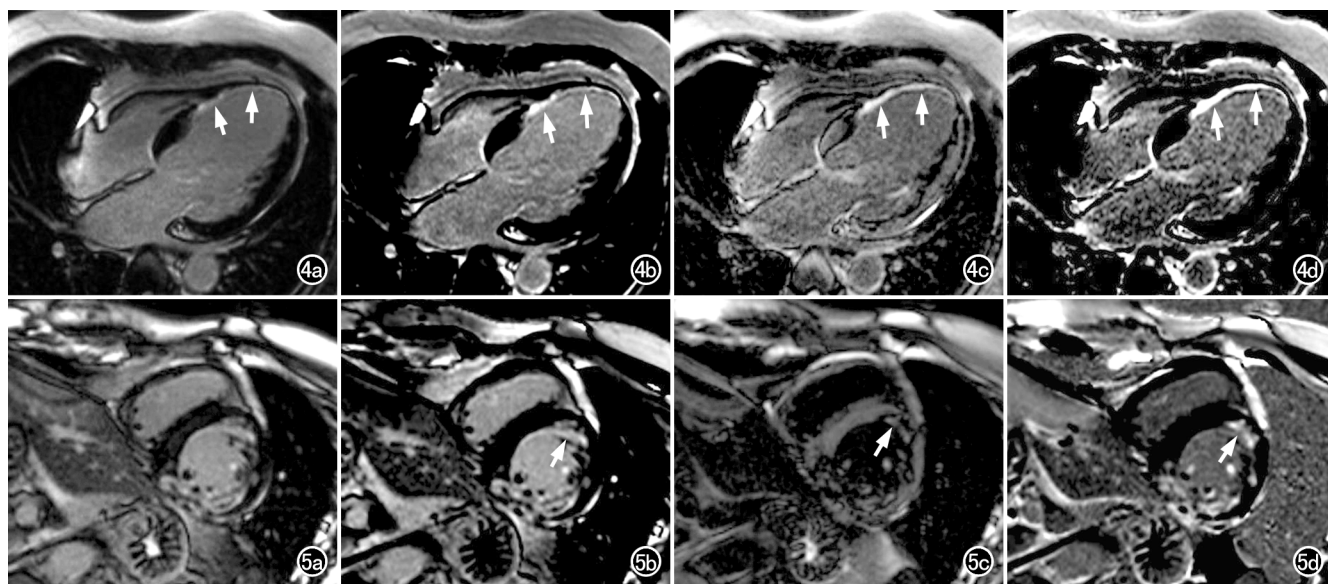


图4 男性,63岁,心肌梗死1年患者的SPIR-LGE图像。与长TI图像相比,短TI图像上血池信号明显降低,且心肌内瘢痕组织(箭)强化轮廓更清晰,强化面积也更大。a)长TI幅度图;b)长TI相位图;c)短TI幅度图;d)短TI相位图。图5 男性,47岁,心肌梗死1个月患者的SPIR-LGE图像。短TI图像上血池信号明显降低,且相位图上发现了长TI图像上未能显示的乳头肌内强化病灶(箭),且在长TI显示为高信号的区域内短TI幅度图上出现了混杂信号,而重建的相位图上心肌、疤痕轮廓仍然清晰,有良好的正常心肌、疤痕心肌和血池的信号对比。a)长TI幅度图;b)长TI相位图;c)短TI幅度图;d)短TI相位图。

号被有效抑制,增加了血池与其它组织之间的对比。血池信号被抑制后,一些原来被血池显著高信号所掩盖的心内膜下和乳头肌内的病变得到了良好地显示,延迟强化的病变轮廓显示更加清晰,梗死面积也增大。本组短TI病例中,有病例幅度图上,在长TI显示为高信号的区域内出现了混杂信号。我们知道幅度图的重建只包含信号的振幅信息,反映的是组织信号的绝对值,短TI幅度图上出现混杂信号的原因,可能是由于TI值较短,正常心肌与异常心肌的振幅信息存在重叠所致。即便如此,通过相位矫正重建出的校正实图信号并未受影响(图5c),仍然有良好的正常心肌、疤痕心肌、血池信号对比。

需要指出,短TI扫描也存在一些不足之处:增加了TI-Scout预扫描来确定左室血池最暗时的TI值,会延长扫描时间;其次,视觉上观察,短TI图像上梗死灶的范围较长TI图像上有所增加,但是否存在假阳性还有待进一步验证;最后,本研究中搜集的样本数量也有限。即便如此,短TI-LGE的优点也很突出:血池信号较长TI-LGE更低,能有效提高疤痕与血液之间的信号对比,能更清晰地显示既往被血池高信号所掩盖的乳头肌和心内膜下的强化,从而提高检测心肌活性的敏感度。

综上所述,短TI-LGE扫描方法比较简单,扫描中无需额外的磁化准备,仅调整图像的TI值即能明显

抑制血池信号,具有较高的临床应用价值,值得在临床上推广使用。

参考文献:

- [1] Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2020 update: a report from the American Heart Association[J]. Circulation, 2020, 41(9): 139-596.
- [2] Salerno M, Kramer CM. Prognosis in hypertrophic cardiomyopathy with contrast-enhanced cardiac magnetic resonance: the future looks bright[J]. Am Coll Cardiol, 2010, 56(11): 888-889.
- [3] Varga-Szemes A, Simor T, Lenkey Z, et al. Infarct density distribution by MRI in the porcine model of acute and chronic myocardial infarction as a potential method transferable to the clinic[J]. Cardiovasc Imaging, 2014, 30(5): 937-948.
- [4] 薛娜, 薛志颖, 尹晓凤, 等. 心肌梗死伴二尖瓣反流影响因素的心脏MR研究[J]. 放射学实践, 2021, 36(3): 296-299.
- [5] Raymond Y, Chan AK, Brown KA, et al. Impact of unrecognized myocardial scar detected by cardiac magnetic resonance imaging on event-free survival in patients presenting with signs or symptoms of coronary artery disease[J]. Circulation, 2006, 113(23): 2733-2743.
- [6] Kwon DH, Halley CM, Carrigan TP, et al. Extent of left ventricular scar predicts outcomes in ischemic cardiomyopathy patients with significantly reduced systolic function: a delayed hyper-enhancement cardiac magnetic resonance study[J]. ACC Cardiovasc Imaging, 2009, 2(1): 34-44.
- [7] 曾道兵, 常婵, 赵新湘. 心脏磁共振在冠状动脉非阻塞性心肌梗死中的应用价值[J]. 放射学实践, 2020, 35(2): 180-185.
- [8] Jimenez-Juan L, Crean AM, Wintersperger BJ, et al. Late gadoli-

- nium enhancement imaging in assessment of myocardial viability: techniques and clinical applications[J]. Radiol Clin North Am, 2015, 53(2):397-444.
- [9] Oshinski JN, Yang Z, Jones JR, et al. Imaging time after Gd-DTPA injection is critical in using delayed enhancement to determine infarct size accurately with magnetic resonance imaging[J]. Circulation, 2001, 104(23):2838-2342.
- [10] Grebe O, Paetsch I, Kestler HA, et al. Optimal acquisition parameters for contrast enhanced magnetic resonance imaging after chronic myocardial infarction[J]. Cardiovasc Magn Reson, 2003, 5(4):575-587.
- [11] Francis R, Kellman P, Kotecha T, et al. Prospective comparison of novel dark blood late gadolinium enhancement with conventional bright blood imaging for the detection of scar[J/OL]. Cardiovasc Magn Reson, 2017, 19(1):e91[2017, Nov 21]. DOI:10.1186/S12968-017-0407-x.
- [12] Kim RJ, Shah DJ, Judd RM. How we perform delayed enhancement imaging[J]. Cardiovasc Magn Reson, 2003, 5(3):505-514.
- [13] Kellman P, Arai AE, Mcveigh ER, et al. Phase-sensitive inversion recovery for detecting myocardial infarction using gadolinium-delayed hyper-enhancement[J]. Magn Reson Med, 2002, 47(2):372-383.
- [14] 张英魁, 黎丽, 李金锋. 实用磁共振成像原理与技术解读[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2021:346-347.
- [15] Holtackers RJ, van de Heyning CM, Nazir MS, et al. Clinical value of dark-blood late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance without additional magnetization preparation[J/OL]. Cardiovasc Magn Reson, 2019, 21(1):e44[2019 Jul 29]. DOI:10.1186/s12968-019-0556-1.
- [16] Retrring D, Baltes C, Dorries C, et al. Accelerated cardiovascular magnetic resonance of the mouse heart using self-gated parallel imaging strategies dose not compromise accuracy of structural and functional measures[J/OL]. Cardiovasc Magn Reson, 2010, 12(1):e43[2010 Jul 21]. DOI:10.1186/1532-429x-12-43.
- [17] Basha TA, Tang MC, Tsao C, et al. Improved dark blood late gadolinium enhancement (DB-LGE) imaging using an optimized joint inversion preparation and T₂ magnetization preparation[J]. Magn Reson Med, 2018, 79(1):351-360.
- [18] Holtackers RJ, Gommers S, van de Heyning CM, et al. Steadily increasing inversion time improves blood suppression for free-breathing 3D late gadolinium enhancement MRI with optimized dark-blood contrast[J]. Invest Radiol, 2021, 56(5):335-340.
- [19] Kellman P, Xue H, Chow K, et al. Bright-blood and dark-blood phase sensitive inversion recovery late gadolinium enhancement and T₁ and T₂ maps in a single free-breathing scan: an all-in-one approach[J/OL]. Cardiovasc Magn Reson, 2021, 23(1):e126[2021 Nov 8]. DOI:10.1186/s12968-021-00823-3.

(收稿日期:2023-07-05 修回日期:2023-11-24)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于2008年3月1号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以WORD格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035