肺栓塞影像学专题

非对比增强 MR 肺动脉血管成像诊断肺栓塞血流抑制反转时间的选择

袁思殊,王梓,阳军,胡益祺,冉玲平,冯梦丹,李利艳,唐大宗,夏黎明

【摘要】目的:比较不同血流抑制反转时间(BSP-TI)条件下,非对比增强空间标记多反转脉冲序列(SLEEK)MR血管成像诊断肺栓塞(PE)的准确度并评价图像质量。方法:61例(男 38例,女 23例)CT 肺动脉血管成像(CTPA)诊断为肺栓塞的患者,于 CTPA 检查后 48 h 内行非对比增强 SLEEK MRA 检查。比较不同 BSP-TI 的 SLEEK MRA 图像质量,并以 CTPA 作为参考标准,计算并比较不同 BSP-TI 的 SLEEK MRA 诊断肺栓塞的准确度。结果:BSP-TI 为 900 ms 时SLEEK MRA 图像质量最佳,不同 BSP-TI(BSP-TI=500,700,900,1100,1300 和 1500 ms)诊断肺栓塞的准确度分别为62.3%、89.3%、90.4%、84.6%、77.0%、69.3%;但当存在肺膨胀不全或肺部炎症时,BSP-TI 为 1300 及 1500 ms 时有助于显示该区域的肺动脉及栓子。结论:BSP-TI 为 900 ms 时大多数患者的 SLEEK MRA 图像质量最佳,诊断肺栓塞的准确度最高,但当存在肺膨胀不全或肺部炎症时,调高 BSP-TI 有助于该区域肺动脉及肺栓塞的显示。

【关键词】 磁共振成像; 磁共振血管造影术; 肺栓塞; 血流抑制反转时间

【中图分类号】R563.5; R445.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2016)09-0826-07

DOI:10.13609/j. cnki. 1000-0313. 2016. 09. 007

Selection of blood flow suppression inversion time in unenhanced MR pulmonary angiography in the diagnosis of pulmonary embolism YUAN Si-shu, WANG Zi, YANG Jun, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

[Abstract] Objective: To compare the accuracy of the diagnosis of pulmonary embolism (PE) with different blood flow suppression inversion time (BSP-TI) in unenhanced MR angiography by applying spatial labeling with multiple inversion pulses sequence (SLEEK) technique, and to evaluate the image quality as well. **Methods**: 61 patients (38 males and 23 females) with PE diagnosed by CT pulmonary angiography (CTPA) underwent unenhanced MR angiography with SLEEK technique within 48 hours after routine CTPA. The image quality of SLEEK MRA with different BAP-TI was compared. With CTPA as reference standard, the accuracy for PE detection with different BAP-TI in SLEEK MRA was calculated and compared. **Results**: The best image quality of SLEEK MRA was achieved in the condition of BSP-TI=900ms. The diagnostic accuracy for PE with different BSP-TI (BSP-TI=500ms,700ms,900ms,1100ms,1300ms,1500ms) was 62. 3%,89. 3%, 90. 4%,84. 6%,77. 0% and 69. 3%, respectively. However, when atelectasis or pulmonary infection was existed, PA and PE within these areas could be better displayed using BSP-TI=1300ms and 1500ms. **Conclusion**: For most of the PE patients, the best image quality and the highest diagnostic accuracy of PE can be achieved using BSP-TI=900ms. However, if atelectasis or pulmonary infection was existed, increasing BSP-TI could be helpful to show the pulmonary artery and embolus within those areas.

(Key words) Magnetic resonance imaging; Magnetic resonance angiograph; Pulmonary embolism; Blood suppression inversion time

肺栓塞具有高发病率、高病死率的特点,及时正确 的诊疗可挽救患者生命。多排螺旋 CT 肺动脉造影 (CT pulmonary angiography,CTPA)对于诊断肺栓塞 具有无创、准确可靠、易获得的特点,目前已成为疑诊 肺栓塞患者的首选检查方法,并可作为诊断肺栓塞的 参考标准^[1],但与此同时临床上电离辐射暴露引发的 肿瘤风险越来越受到关注^[2]。近期临床流行病学研究 显示,与未受到辐射的人群相比,50 mSv 电离辐射将 导致脑肿瘤以及白血病的发病率增高^[3]。胸部辐射对 于年轻女性影响更大,一方面来源于辐射的积聚效应, 另一方面来源于乳腺组织的辐射敏感性^[4,5]。40 岁的 女性行 CT 肺动脉血管成像时有 1/620 的概率诱导肿 瘤的发生^[6],若为 20 岁的女性该危险程度将翻倍。另 外,CT 肺动脉成像需要注射碘对比剂,相关报道称 CT 血管造影对比剂导致患者发生肾病的概率高达 12%^[7],因此我们仍需选择其他成像方法检测肺栓塞。

非对比增强 MR 肺动脉血管成像是近年来出现 的无创性诊断肺动脉栓塞的可靠方法,采用空间标记

作者单位:华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科 作者简介:袁思珠(1987年一),女,博士,主要从事心脏及肺动脉磁 共振诊断工作。

通讯作者:夏黎明,E-mail;cjr. xialiming@vip. 163. com 基金项目:国家自然科学基金资助项目(81471637)

多反转脉冲(applying spatial labeling with multiple inversion pulses sequence, SLEEK)序列可清晰显示 肾动脉及肺栓塞,具有无电离辐射、无需对比剂、无需 屏气的优势。SLEEK MRA 中血流抑制反转时间 (blood suppression inversion time, BSP-TI)参数对于 成像的质量影响较大,为获得更好的图像质量、更准确 地诊断肺栓塞,本研究致力于比较同一例肺栓塞患者 采用不同 BSP-TI 对于 SLEEK MRA 图像质量的影 响,并以 CTPA 为参考标准,评价不同 BSP-TI 的 SLEEK MRA 图像诊断肺栓塞的准确性,从而选择出 SLEEK MRA 肺动脉成像的最佳 BSP-TI 值,为更好 地应用 SLEEK MRA 技术诊断肺栓塞奠定基础。

材料与方法

1. 研究对象

所有受试者 MR 检查前均签署知情同意书。 2013年11月-2015年8月连续搜集 CTPA 证实存 在肺栓塞且48h内行 MR 检查的患者(在此期间所有 患者的病情无明显改变)61例,其中男38例(28~69 岁,平均年龄48岁),女23例(32~65岁,平均年龄51 岁)。56例患者存在呼吸困难、胸闷、胸痛、心悸等非 特异性临床表现,5例因下肢静脉血栓行肺部筛查时 发现肺栓塞,无明显胸部症状。检查前所有受试者均 进行呼吸训练:CT 检查前训练患者屏气,MRI 检查前 嘱患者保持均匀呼吸,避免深度呼吸及咳嗽。

2. 检查方法

CTPA 扫描设备为 Discovery CT750,扫描参数: 管电压 80 kV,管电流 350 mA,螺距 1.375,层厚 0.625 mm,层间隔 0.625 mm,距阵 512×512,整个扫 描时间为 2.5~3.0 s。患者取仰卧位,扫描定位像后 于气管分叉下扫描一层监测层面,感兴趣区设定于肺 动脉主干区域,采用高压双筒注射器经肘静脉团注对 比剂(碘海醇 270 mg I/mL,40 mL)并用生理盐水冲 管,流率均为 4.5 mL/s,采用对比剂自动跟踪技术,阈 值设为 50 HU。从头侧向足侧行肺动脉期增强扫描, 扫描范围从肺尖至膈顶。

SLEEK 扫描设备为 1.5T MR 扫描仪(HDxt, GE),梯度场切换率 150 mT/(m·ms),最大梯度场强 45 mT/m,采用 8 通道心脏专用相控阵线圈包绕患者 胸部的腹侧和背侧。扫描时患者取仰卧位,手臂向上 举至头顶,采用呼吸门控技术以减少呼吸伪影。扫描 参数:翻转角 75°,TR 3.8 ms,TE 1.9 ms,激励次数 0.79,矩阵 224×256,视野 40 cm×32 cm,层厚 2 mm, 接收带宽±125 kHz,敏感因子为 2,当呼吸频率在 15 次/min以下时呼吸间隔设为 1,当呼吸频率在 15 次/min以上时,呼吸间隔设为 2。两条反转带反转 除右室和上下腔静脉之外的其他胸腔组织。左侧反转 带在轴面平行于室间隔,右侧反转带在冠状面对其上 腔静脉(superior vena cava,SVC)和下腔静脉(inferior vena cava,IVC)的右缘^[8]。BSP-TI分别取 500、700、 900、1100、1300 和 1500 ms,共扫描 6 次轴面 SLEEK MRA。每个 SLEEK MRA 序列获取时间约 3 min(扫 描时间与患者的呼吸频率及扫描覆盖范围有关),总扫 描时间约 20 min。

3. 图像分析及质量评估

所有患者图像均传输至工作站(ADW4.5,GE), 由诊断医生采用容积再现(volume rendering,VR)、 多平面重建(multiple planar reformat,MPR)及最大 密度投影(maximal intensity projection,MIP)等不同 后处理方式进行重建,显示各级肺动脉分支及肺动脉 栓塞受累情况(肺动脉管腔内充盈缺损,部分或全部堵 塞肺动脉为肺栓塞)。若肺栓塞位于肺动脉分叉区域, 选择记录更广泛受累的肺动脉。段和亚段的肺栓塞根 据所在肺叶肺动脉分布区域进行分类。

CTPA 图像分析:由两位不知道 MR 结果的放射 科医生(分别具有 7 年和 10 年肺动脉 CT 诊断经验) 对每例患者的 CTPA 图像进行回顾性分析,详细记录 每个肺动脉解剖区域出现的栓塞,意见不统一时协商 达成一致,将其作为肺栓塞的参考标准。

SLEEK MRA 图像分析:另外两位不知道 CT 结 果的放射科医生(分别具有 5 年和 8 年胸部 MR 诊断 经验),独立分析不同 BSP-TI 时间的 SLEEK MRA 序列图像质量(包括主观评价及客观评价),详细记录 每个肺动脉解剖区域出现的栓塞,按标准形式进行记 录。

主观评价:图像质量分为四级^[9-12],并根据分级 对肺动脉主干及分支进行分别评分。1级(1分),无法 诊断(血管显示不清,无法对血管与周围组织进行区 分);2级(2分),图像质量可接受(血管边界不清,血管 信号强度不均,图像齿现伪影,轴面扫描运动伪影边缘 距离血管中心小于5mm,VR 图像阶梯伪影小于血管 直径的25%);3级(3分),图像质量好(血管壁几乎完 整,边界较清晰,血流信号较一致,可出现少量伪影);4 级(4分),图像质量非常好(血管连续,边界清晰锐利, 血流信号均匀,无伪影干扰)。

客观评价:客观评价不同 BSP-TI 值对肺动脉与 背景之间对比的影响,在原始轴面图像上将兴趣区 (region of interest, ROI)放置于肺动脉主干、左右肺 动脉主干及肺外带肺实质区域(肺动脉主干 ROI 直径 为 10 mm,左右肺动脉干及肺实质 ROI 直径为 5 mm),得到信号强度(signal intensity, SI)以及标准 差(standard deviations, SD)。以肺外带作为参考组织 (避开血管区域),计算相对信噪比(signal-to-noise, SNR)及对比噪声比(contrast-to-ratio,CNR)^[10,13,14]。 每个 ROI 均手动绘制 3 次并取其算术平均值。SNR、 CNR 按公式(1)、(2)进行计算:

$$SNR = \frac{SI_{\underline{a}\underline{\sigma}}}{SD_{\underline{b}\underline{x}\underline{x}\underline{n}}}$$
(1)
$$CNR = \frac{SI_{\underline{a}\underline{\sigma}} - SI_{\underline{b}\underline{x}\underline{x}\underline{n}}}{SD_{\underline{b}\underline{x}\underline{x}\underline{n}}}$$
(2)

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。计算不同 BSP-TI 时间 SLEEK MRA 诊断肺栓塞的敏感度、特 异度、准确度、阳性预测值(positive predictive value, PPV)和 阴性预测值(negative predictive value, NPV)。计量资料用平均值±标准差($x\pm s$)表示,组 间比较采用单因素方差分析,分别对主观评分、SNR 及 CNR 进行两两比较。以 P < 0.05 为差异有统计学 意义。

结果

CTPA与MRI扫描间隔时间平均为32.6h。患

者 MRI 检查平均扫描时间为(25±5) min。患者检查 前均已进行呼吸训练,检查时均能配合完成。

不同 BSP-TI 肺动脉(肺动脉主干、右肺动脉主 干、左肺动脉主干、段间肺动脉)主观评分见表 1。 BSP-TI 为 700 和 900 ms 时的主观评分均高于 BSP-TI 为 500、1100、1300、1500 ms(P < 0.05)。BSP-TI 为 700 ms 与 BSP-TI 为 900 ms 的主观评分比较,两者 之间差异无统计学意义(P > 0.05)。BSP-TI 为 500 ms时段间肺动脉主观评分最低,BSP-TI 为 1300 ms及 1500 ms 时肺静脉信号逐渐恢复,图像产生 不同程度的静脉污染(图 1、2)。

不同 BSP-TI 非对比增强 MR 肺动脉血管成像客 观评分见表 2,BSP-TI 为 900 ms 时肺动脉干及左、右 肺动脉主支图像 CNR 及 SNR 最高,与 BSP-TI 为 500、700、1100、1300 和 1500 ms 时差异均具有统计学 意义(*P*<0.05)。

61 例患者 CTPA 共发现 578 个肺栓子,分布于 206个肺区域,137个位于肺叶肺动脉,260个位于肺

表 1	不同	BSP-TI	非对比	增强	MR 肺	动脉血	管成	像:	主观讨	F分
-----	----	--------	-----	----	------	-----	----	----	-----	----

部位	BSP-TI(ms)							
	500	700	900	1100	1300	1500	F 但	PILL
肺动脉干	3.54 ± 0.50	3.92 ± 0.28	3.90 ± 0.30	3.64±0.48	3.64±0.48	3.01 ± 0.59	31.87	<0.05
右肺动脉干	3.54 ± 0.65	3.80 ± 0.40	3.82 ± 0.39	3.48 ± 0.65	3.20 ± 0.57	3.10 ± 0.68	16.99	< 0.05
左肺动脉干	3.44 ± 0.65	3.79 \pm 0.41	3.72 ± 0.45	3.56 ± 0.65	3.11±0.52	3.08 ± 0.67	17.00	< 0.05
段间动脉	1.64 ± 0.66	3.18 ± 0.72	3.43 \pm 0.81	2.98 ± 0.62	2.57 \pm 0.64	2.28 \pm 0.76	53.12	< 0.05
and the second second	All and a second	1000	10 ANN	10. Jak	Contraction of the	10	100	Mar .

图 1 女,48岁,右肺腺癌 [N期,右下肢肿痛 4 天,彩超示右下肢深静脉血栓。a~f 分别为 BSP-TI 为 500、700、900、1100、1300 及 1500 ms 的非对比增强 SLEEK MR 肺动脉图像。a 图肺动脉分支末端显示欠佳,易造成栓塞假象,b~c 图肺动脉主干及分 支均可清晰显示,且伪影较少,d~f 图肺静脉及肺结节逐渐显示,影响肺动脉显示,降低了肺栓塞诊断的准确性。a) BSP-TI 为 500 ms 的 SLEEK MR 图像; b) BSP-TI 为 700 ms 的 SLEEK MR 图像; c) BSP-TI 为 900 ms 的 SLEEK MR 图像; d) BSP-TI 为 1100 ms 的 SLEEK MR 图像; e) BSP-TI 为 1300 ms 的 SLEEK MR 图像; f) BSP-TI 为 1500 ms 的 SLEEK MR 图像;



图 2 男,45岁,心慌、胸闷 6 天入院。a) BSP-TI为 900 ms 时 SLEEK MR 肺动脉血管成像图像;b)为 a 图左下肺动脉及分支 局部放大图;c) BSP-TI为 1300 ms 时 SLEEK MR 肺动脉血管成像图像;d)为 c 图左下肺动脉及分支局部放大图,部分恢复的 肺静脉可见;e) BSP为 900 ms 时左下肺动脉重建图像,可见栓塞位于左下肺动脉及分支;f) BSP为 1100 ms 时左下肺动脉重 建图像,可见栓塞位于左下肺动脉及分支;g) BSP为 1500 ms 时左下肺动脉重建图像,可见栓塞位于左下肺动脉及分支;h) CT 肺动脉血管成像重建图像可显示栓子的大小、形态。

段肺动脉,181个位于亚段肺动脉。以 CTPA 作为参 考标准,比较不同 BSP-TI 非对比增强 MR 诊断肺栓 塞的准确度(表 3)。结果发现 BSP-TI 为 900 ms 时诊 断肺栓塞的准确度最高,达 90.4%(图 2),两位诊断医 师之间一致性良好(k=0.83)。

值得注意的是,3 例肺栓塞患者存在中量胸腔积 液伴肺下叶膨胀不全,BSP-TI 为 700 和 900 ms 时均 无法很好地显示膨胀不全区域的肺动脉,将 BSP-TI 调高至 1300 及 1500 ms 时,尽管存在静脉污染,但可 较清晰地显示该区域肺动脉,可明确该区域有无肺动 脉栓塞(图 3)。

讨 论

栓子阻塞肺动脉血管床可导致危及生命的右心功 能衰竭,根据患者本身心肺状况的不同、栓子大小的不 同以及是否得到及时准确的诊疗,患者的预后千差万

表 2 不同 BSP-TI 非对比增强 MR 肺动脉血管成像客观评分

BSP-TI		SNR		CNR			
(ms)	肺动脉主干	右肺动脉干	左肺动脉干	肺动脉主干	右肺动脉干	左肺动脉干	
500	306.05	298.96	290.95	296.61	288.74	281.08	
700	492.42	473.51	470.43	477.90	457.85	456.82	
900	505.98	488.44	489.19	490.75	473.03	474.18	
1100	424.08	395.51	390.37	407.54	380.49	374.82	
1300	386.19	353.57	346.86	370.18	337.05	330.66	
1500	314.82	292.98	285.31	298.79	276.75	268.98	

表 3 不同 BSP-TI 非对比增强 MR 肺动脉血管成像诊断肺栓塞

BSP-TI (ms)	敏感度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	准确度 (%)
500	47.6(98/206)	73.0(206/282)	56.3(98/174)	65.6(206/314)	62.3(304/488)
700	76.7(158/206)	98.6(278/282)	97.5(158/162)	85.3(278/326)	89.3(436/488)
900	78.6(162/206)	98.9(279/282)	98.2(162/165)	86.4(279/323)	90.4(441/488)
1100	69.4(143/206)	95.7(270/282)	92.3(143/155)	81.1(270/333)	84.6(413/488)
1300	57.3(118/206)	91.5(258/282)	83.1(118/142)	74.6(258/346)	77.0(376/488)
1500	53.4(110/206)	80.9(228/282)	67.1(110/164)	70.4(228/324)	69.3(338/488)



图 3 男,50岁,双下肢水肿半年,腹胀 1 个月,呼吸困难 3 天,图 a~d 均无法很好地显示右下肺动脉,图 e、f 则可较清晰地显示右下肺动脉; a) BSP-TI 为 500 ms 的非对比增强 SLEEK 肺动脉血管成像图像; b) BSP-TI 为 700 ms 的 SLEEK 图像; c) BSP-TI 为 900 ms 的 SLEEK 图像; d) BSP-TI 为 1100 ms 的 SLEEK 图像; e) BSP-TI 为 1300 ms 的 SLEEK 图像; f) BSP-TI 为 1500 ms 的 SLEEK 图像; g) BSP-TI 为 1500 ms 的 SLEEK MRA 右下肺动脉重建图,该区域肺动脉未见明显栓塞征象; h) BSP-TI 为 1500 ms 的轴面图像,可见右侧中量胸腔积液,左侧少量胸腔积液,双下肺膨胀不全,右下肺动脉内未见明显栓塞征 象; i) 轴面 FIESTA 序列图像示双侧胸腔积液,双下肺膨胀不全,心影扩大。

别^[15]。肺栓塞患者临床表现往往不具特异性,CTPA 虽能快速准确诊断肺栓塞^[16-18]但电离辐射问题越来越 受到关注,如何尽量减少或避免电离辐射成为近来研 究的焦点。磁共振肺动脉血管成像,特别是非对比增 强 MR 血管成像,不仅没有电离辐射,且不存在对比 剂所引起的不良反应,特别适用于肾功能不全、对比剂 过敏以及需要反复复查的患者。本研究采用将非对比 剂增强磁共振血管成像联合多反转空间标记脉冲技术 应用于肺动脉成像以及肺栓塞的诊断,并尝试使用不 同的 BSP-TI 对图像质量进行优化,在获得最佳图像 的同时达到准确诊断肺栓塞的目的。

SLEEK MRA 通过呼吸触发选择性对血液进行标记,通过饱和带的抑制和流入增强效应,可清晰显示

肺动脉主干及分支,而不受静脉及背景的干扰^[8]。 BSP-TI为SLEEK MRA成像的关键技术参数,代表 从开始施加反转脉冲到开始信号采集的持续时间,其 选择与血液到达目标血管的时间相匹配,目标血管内 血流信号显示最佳。因为肺栓塞患者肺动脉血流情况 复杂,本研究选用不同BSP-TI参数(500、700、900、 1100、1300及1500ms)进行扫描,主观及客观地评价 不同BSP-TI参数的图像质量,以探求肺动脉成像的 最佳BSP-TI。通过对获取图像进行分析,笔者发现 BSP-TI为700及900ms时肺动脉主观评分最高,可 清晰显示肺动脉主干至亚段级分支。BSP-TI为 900ms时SNR与CNR均高于其他组,客观评分最 高,诊断肺动脉栓塞的准确度亦最高。降低BSP-TI (BSP-TI为500 ms)时,标记的血流未完全进入背景 抑制区,肺动脉主干及叶间肺动脉显示尚可,但远端肺 动脉分支充盈不佳或未见显示,易造成栓塞假象,致诊 断肺栓塞的准确度降低。提高BSP-TI(BSP-TI为 1300和1500ms)时,反转的肺静脉血流信号部分恢 复,对肺动脉的显示,尤其是远端肺动脉细小分支的显 示产生一定程度的干扰,也会影响诊断肺栓塞的准确 度。但对于部分特殊患者,如存在中-大量胸腔积液、 肺膨胀不全或肺部感染的患者而言,BSP-TI为700或 900ms时该区域肺动脉仍显示不佳,提高BSP-TI方 可显示出该区域的肺动脉,明确该区域是否存在肺动 脉栓塞。

孟晓岩等^[8]对正常志愿者行非对比剂增强 SLEEK MRA 肺动脉成像的可行性研究中,发现 BSP-TI为700ms及900ms时的肺动脉图像质量主 观评分均优于500、1100和1300ms;BSP-TI为700ms 时,肺动脉干及左、右肺动脉主支图像对比噪声比及相 对信噪比优于500ms(P<0.05),与900、1100及 1300ms比较差异无统计学意义(P>0.05)。但该研 究的志愿者人数较少,仅14例,且志愿者肺动脉皆正 常,无明显血流动力学改变。本研究主要针对肺栓塞 患者,研究对象共计61例,这些患者中存在心功能不 全、肺部感染、胸腔积液、肺动脉高压等影响肺动脉血 流动力学的因素,因此成像最佳BSP-TI值也会相应 有所改变。本研究结果发现BSP-TI为900ms时能 更好地显示肺栓塞患者的肺动脉及栓子,有利于肺动 脉栓塞的诊断。

本研究中包含 5 例肺动脉栓塞合并肺动脉高压的 患者,BSP-TI 为 900 ms 时可清晰显示该类患者的肺 动脉主干、分支及栓子。肺栓塞合并肺动脉高压患者 的不同 BSP-TI 图像主观评分、客观评分及诊断准确 度与其他无肺动脉高压的肺栓塞患者比较差异无统计 学意义(P>0.05),但考虑到本研究样本量有限,因此 肺动脉高压是否影响 BSP-TI 的设定仍需进一步的大 样本研究。

相比于 CTPA 及 CE-MRA, SLEEK MRA 无电 离辐射,特别适用于治疗后需反复多次复查的肺栓塞 患者以及妇女、儿童^[19-21];无需使用对比剂,有利于肾 功能不全及对比剂过敏的人群,也减少了发生对比剂 不良反应的风险。SLEEK MRA 扫描时通过呼吸触 发技术,无需患者屏气,可减少因患者屏气不佳导致的 运动伪影,但为保证图像质量,检查前仍需对患者进行 呼吸训练,嘱患者扫描中保持均匀等幅的呼吸,以减少 伪影的产生。SLEEK MRA 扫描时间在 172~221 s 之间,若一次扫描图像质量不满意,可对参数进行调整 再次扫描。BSP-TI 为 900 ms 时大部分肺栓塞患者的 肺动脉及栓子可清晰显示,如患者存在中量/大量胸腔 积液、肺膨胀不全、肺部感染、心功能不全血流缓慢等 情况,可调高 BSP-TI 以达到清晰显示肺动脉的目的。 SLEEK MRA 序列具有良好的空间分辨力,三维重建 后能很好地显示肺动脉形态以及栓子的大小、部位,对 于诊断肺栓塞具有清晰、直观的优势。相关研究发现 若选择合适的 BSP-TI 参数,以 CTPA 作为参考标准, 非增强 SLEEK MRA 诊断肺栓塞具有很高的敏感度 和特异度,结果与通常使用的增强磁共振肺动脉血管 成像(magnetic resonance pulmonary angiography, MRPA)相似^[22]。

本研究存在以下局限性:①本研究样本量较小且 栓塞患者肺部情况复杂,部分患者合并肺膨胀不全、肺 部感染或肺动脉高压等情况,对最佳 BSP-TI 的选择 可能产生一定的影响,将来的研究需进一步增加样本 量,并将合并不同情况的肺栓塞患者进行分类研究;② CTPA 与 SLEEK MRA 检查时间平均间隔约 32.6 h, 该期间所有患者均已接受治疗,栓塞可能减少,但也有 再发栓塞的可能,需在后续研究中进一步完善。

综上所述,非对比增强 SLEEK MRA 具有无电离 辐射、无需对比剂且无需屏气的优势。BSP-TI 为 900 ms时,SLEEK MRA 可清晰显示肺动脉主干及分 支,诊断肺动脉栓塞具有较高的准确度。当肺栓塞患 者存在肺膨胀不全或肺部感染的情况时,适当调高 BSP-TI 有利于该区域的肺动脉显示。作为经济、安 全、无创的检查方法,SLEEK MRA 具有广阔前景和 较高临床应用价值,值得进一步研究。

参考文献:

- [1] Remy-Jardin M, Pistolesi M, Goodman LR, et al. Management of suspected acute pulmonary embolism in the era of CT angiography:a statement from the fleischner society[J]. Radiology, 2007, 245(2):315-329.
- [2] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure [J]. N Engl J Med, 2007, 357 (22): 2277-2284.
- [3] Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study [J]. Lancet, 2012, 380 (9840):499-505.
- [4] Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography[J]. JAMA, 2007, 298(3): 317-323.
- [5] Li X, Samei E, Segars WP, et al. Patient-specific radiation dose and cancer risk for pediatric chest CT[J]. Radiology, 2011, 259(3): 862-874.
- [6] Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer [J]. Arch Intern

Med,2009,169(22):2078-2086.

- [7] Mitchell AM, Kline JA. Contrast nephropathy following computed tomography angiography of the chest for pulmonary embolism in the emergency department[J]. J Thromb Haemost, 2007, 5(1): 50-54.
- [8] 孟晓岩,汤浩,王秋霞,等.非对比剂增强 MR 血管成像联合多反 转空间标记脉冲技术在肺动脉成像的可行性研究[J].磁共振成 像,2014,5(5):343-347.
- [9] Herzog C, Arning-Erb M, Zangos S, et al. Multi-detector row CT coronary angiography: influence of reconstruction technique and heart rate on image quality[J]. Radiology, 2006, 238(1):75-86.
- [10] Godoy MC, Heller SL, Naidich DP, et al. Dual-energy MDCT: comparison of pulmonary artery enhancement on dedicated CT pulmonary angiography, routine and low contrast volume studies [J]. Eur J Radiol, 2011, 79(2):e11-17.
- [11] Lanzman RS, Kropil P, Schmitt P, et al. Nonenhanced freebreathing ECG-gated steady-state free precession 3D MR angiography of the renal arteries:comparison between 1. 5T and 3T [J]. AJR,2010,194(3):794-798.
- [12] Lanzman RS, Voiculescu A, Walther C, et al. ECG-gated nonenhanced 3D steady-state free precession MR angiography in assessment of transplant renal arteries; comparison with DSA[J]. Radiology,2009,252(3):914-921.
- [13] Kawanami S, Nakamura K, Miyazaki M, et al. Flow-weighted MRI of the lungs with the ECG-gated half-Fourier FSE technique:evaluation of the effect of the cardiac cycle[J]. Magn Reson Med Sci,2002,1(3):137-147.
- [14] De Luca F, Modolon C, Buia F, et al. Densitometric CT evalua-

tion of acute and chronic thromboembolic filling defects of the pulmonary arteries before and after contrast injection[J]. Radiol Med,2012,117(6):979-991.

- [15] Mabrouk B, Anis C, Hassen D, et al. Pulmonary thromboembolism: incidence, physiopathology, diagnosis and treatment [J]. Tunis Med,2014,92(7):435-447.
- [16] Perrier A, Roy PM, Sanchez O, et al. Multidetector-row computed tomography in suspected pulmonary embolism[J]. N Engl J Med, 2005, 352(17): 1760-1768.
- [17] Stein PD, Woodard PK, Weg JG, et al. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED [] investigators[J]. Am J Med, 2006, 119(12):1048-1055.
- [18] Remy-Jardin M,Pistolesi M,Goodman LR, et al. Management of suspected acute pulmonary embolism in the era of CT angiography: a statement from the fleischner society [J]. Radiology, 2007,245(2):315-329.
- [19] Hochhegger B, Ley-Zaporozhan J, Marchiori E, et al. Magnetic resonance imaging findings in acute pulmonary embolism[J]. Br J Radiol,2011,84(999):282-287.
- [20] 袁思殊,王梓,夏黎明.非对比增强 MRA 诊断轻中度肾功能不全 合并肺栓塞[J].放射学实践,2015,30(4):332-337.
- [21] 袁思殊,李志伟,夏黎明. 肺栓塞的 MRI 研究现状[J]. 磁共振成 像,2014,5(5):387-390.
- [22] 袁思殊,王梓,夏黎明. 增强与非增强 MR 肺动脉血管成像诊断 肺栓塞准确性的对比研究[J]. 磁共振成像,2015,6(5):369-376.

(收稿日期:2016-05-31 修回日期:2016-07-11)

2016 中华放射学学术大会(CCR2016)

2016 中华放射学学术大会(CCR2016)暨中华医学会第23次全国放射学学术大会和中华医学会 第24次全国影像技术学术大会将于2016年10月12日至16日在美丽古城江苏省苏州市召开。本次 大会将以「合作、创新与发展」为主题,借助中国经济实力与国际影响力显著提升的东风,紧抓科技发展 全球化的关键机遇期,实现我国放射学学术会议的全面改革与创新发展,届时将举办一场我国放射学乃 至我国医学影像学发展历史上规模最大的国际化放射学会议。

会议将参照北美及欧洲放射学会议的高标准,承前启后,创新发展,团结合作,力求实现祖国影像医学的历史传承与跨越式发展!本次会议将由中华医学会放射学分会和中华医学会影像技术分会联合主办,广泛邀请国内外放射学界知名专家、学者做专题学术报告,并将举办多场精彩纷呈的国际化学术交流与论坛,会议将采用中英文双语交流,深入探讨国内外影像学发展前沿,并集中举办两个分会的二十几个专业学组学术年会,盛况空前,预计将有一万余名国内外放射界同仁出席本届会议。

此次会议拟授予国家级 I 类继续医学教育学分,项目编号为 2016-09-01-191 (国) 和 2016-09-04-161(国)。

大会欢迎与放射学领域相关的仪器、设备、软件、文献出版等相关单位的积极参与支持。如需了解 其它更多信息,请邮件或电话联系年会秘书处。

会议地点:江苏省苏州市工业园区苏州国际博览中心(地铁1号线文化博览中心站)

联系方式(大会秘书处):黄莉 010- 8515 8141 孟菁 136 6137 1818

电子邮箱:cmacsr@126.com