

论 著

肺部亚实性结节的CT随访方案探讨*

胡 容^{1,2} 陈昌美^{1,2} 曾宪春²
王荣品² 吴家红^{3,*}

1.贵州医科大学公共卫生与健康学院
(贵州 贵阳 550025)

2.贵州省人民医院医学影像科
(贵州 贵阳 550002)

3.贵州医科大学基础医学院
(贵州 贵阳 550025)

【摘要】目的 探讨肺部亚实性结节的CT随访方案。
方法 收集本院2015年12月至2020年12月行胸部CT平扫127例，共计335个肺部亚实性结节，并随访复查CT 4-9次患者资料，根据结节类别分A组：纯GGNs(3mm<直径≤5mm)、B组：纯GGNs(直径>5mm组)、C组：PSN(3mm<直径≤8mm组)、D组：PSN(直径>8mm组)，并对比各组各随访期以及各随访期内不同复查频次间结节动态变化的百分比。**结果** A组纯GGNs在各随访期发生动态变化的百分比差异无统计学意义($P>0.05$)。B组纯GGNs在0~3月与3~6月发生动态变化的百分比之间的差异均有统计学意义($\chi^2=5.90, P<0.05$)。与C组PSN相比，D组PSN在0~3月和3~6月随访期间发生动态变化的百分比比较高，两组间的差异有统计学意义($\chi^2=4.65, P=0.03; \chi^2=4.05, P=0.04$)，且两组在不同时间段发生动态变化的百分比均有统计学意义(C组： $\chi^2=4.45, P=0.04$ ；D组： $\chi^2=5.38, P=0.02$)；纯GGNs在各随访期内不同复查频次之间的差异无统计学意义($P>0.05$)；PSN在随访12~24月期间，复查1次和3次之间的差异具有统计学意义($\chi^2=5.90, P<0.05$)。**结论** 对于直径>5mm的纯磨玻璃结节人群建议在专家共识方案上增加一次3-6月随访，其余部分实性结节不同类别及大小均建议按国内专家共识随访。

【关键词】 肺结节；亚实性结节；随访；肺腺癌；肺癌

【中图分类号】 R730

【文献标识码】 A

【基金项目】 贵阳市科技计划项目
(筑科合同[2020]-4-1号)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.016

Discussion on CT Follow-up Scheme of Sub-Solid Modules*

HU Rong^{1,2}, CHEN Chang-mei^{1,2}, ZENG Xian-chun², WANG Rong-pin², WU Jia-hong^{3,*}.

1.School of public health and health, Guizhou Medical University, Guiyang 550025, Guizhou Province, China

2.Department of medical imaging, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang 550002, Guizhou Province, China

3.School of basic medicine, Guizhou Medical University, Guiyang 550025, Guizhou Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the CT follow-up plan of sub-solid nodules. **Methods** The data of 127 patients with 335 pulmonary sub solid nodules who underwent chest CT plain scan from December 2015 to December 2020 were collected, and the patients were followed up for 4-9 times. According to the type of nodules, they were divided into group A: pure GGNs (3mm < diameter ≤ 5mm), group B: pure GGNs (diameter > 5mm), group C: PSN (3mm < diameter ≤ 8mm), group D: PSN (diameter > 8mm). The percentage of dynamic changes of nodules in each follow-up period and different review frequencies in each follow-up period were compared. **Results** There was no significant difference in the percentage of dynamic changes of pure GGNs in group A during each follow-up period ($P>0.05$). In group B, there were significant differences in the percentage of dynamic changes of pure GGNs between 0 ~ 3 months and 3 ~ 6 months ($\chi^2=5.90, P=0.02$). The percentage of dynamic changes of PSN in group D was higher than that in group C during the follow-up period of 0 ~ 3 months and 3 ~ 6 months, and there was significant difference between the two groups ($\chi^2=4.65, P=0.03; \chi^2=4.05, P=0.04$), and the percentage of dynamic changes in groups C and D in different time periods was statistically significant (group C: $\chi^2=4.45, P=0.04$; group D: $\chi^2=5.38, P=0.02$). There was no significant difference in the frequency of reexamination of pure GGNs during different follow-up periods ($P>0.05$), but there was significant difference between one and three times of PSN during the follow-up period of 12 ~ 24 months ($\chi^2=5.90, P<0.05$). **Conclusion** Compared with the domestic experts' consensus that there is excessive follow-up examination in Guiyang sub-solid nodules, it is suggested that the pure ground glass nodules with diameter > 5mm should be followed up for 3-6 months, and the other solid nodules with different types and sizes should be followed up according to the domestic expert consensus.

Keywords: Pulmonary Nodules; Sub-Solid Nodule; Follow Up; Lung Adenocarcinoma; Lung Cancer

随着居民健康管理意识的提高及现代影像技术的快速发展，肺结节的检出率显著增加^[1-2]。文献报道肺结节根据密度分实性结节和亚实性结节，后者又包括部分实性结节(part-solid nodules, PSNs)和纯磨玻璃结节(ground-glass nodules, GGNs)^[3-4]，二者中亚实性结节的恶性概率虽然更高，但其生长速度缓慢、发生转移较少且预后较好^[5-6]。因而现有《指南》建议根据不同结节特征采取不同的随访策略^[7-10]。但国内外指南的随访策略存在差异，如Fleischner协会2017版指南和国内最新指南对磨玻璃结节随访方案不尽相同^[3, 11]。因此学者认为^[12]不同地区尤其是肺癌高发地区，患者及家属过度关注出现焦虑、恐慌的心理^[1-2]，致患者出现过度检查、过度治疗。因此本研究拟通过调查贵阳市亚实性结节人群，随访期发生动态变化时间和复查不同频率，以及在一定随访时间内复查不同频次发生动态变化的百分比，对比指南探讨亚实性结节CT随访指南在贵州地区实施情况，为其精准管理提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象 回顾性收集2015年12月至2020年12月期间于本院行胸部CT平扫首次发现肺部亚实性结节且随后进行4~9次CT扫描复查患者的临床与影像资料。

纳入标准：CT图像上表现为肺内至少存在一个直径大于3mm的亚实性结节；首次诊断为肺部亚实性结节后有4-9次CT薄层扫描(1 mm)且累计随访周期超过3个月；部分实性结节的实性成分≤5mm。排除标准：CT图像质量影响诊断；原发性肿瘤、弥漫性肺疾病或其他肺部基础疾病；结节存在明显的恶性征象，如毛刺、分叶、胸膜凹陷征；少于4次CT检查的薄层图像。

最终纳入127例患者，其中，男性76例(59.8%)，平均年龄(55.1±10.4)岁；女51例(40.2%)，平均年龄(54.5±14.1)岁。基于国内专家共识^[3]根据结节类别和直径分A组：纯GGNs(3mm<直径≤5mm)、B组：纯GGNs(直径>5mm组)、C组：PSN(3mm<直径≤8mm组)、D组：PSN(直径>8mm组)。

1.2 检查方法 本研究使用西门子SOMATOM Force CT扫描仪(SOMATOM Force, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany)进行CT检查，患者仰卧位，头先进，双手上举过头顶，一次吸气屏气后完成全肺扫描，扫描范围从肺尖到肺底。扫描参数：参考管电压为110kV，参考电流51mAs，开启CARE Dose 4D，准直器196×0.6mm，球

【第一作者】胡 容，女，硕士，主要研究方向：疾病预防与控制。E-mail: HR14511206160769@163.com

【通讯作者】吴家红，女，教授，主要研究方向：病原微生物。E-mail: jiahongw@gmc.edu.cn

管旋转时间0.5s,薄层图像层厚1.0mm,层间距0.7mm,卷积核Br40,螺距1.2,FOV 380mm,矩阵512×512。

1.3 评估方法 本研究由2名具有15年以上影像工作经验的副主任医师单独调阅图像分析,选择符合纳入和排除标准的亚实性结节,当对诊断存在歧义时,由第三位更高年资医师协商后决定。调阅分析SSN及其实性成分在肺窗设置(窗宽:—600HU和窗位:1500HU)下进行评估。记录亚实性结节的类型(纯GGNs或PSN)、数量、SSN的多发性、位置,并在轴位、冠状位、矢状位分别选取最大层面测量结节最大长径、实性成分和磨玻璃成分的长轴及短轴,最终取平均值。记录首次发现肺部亚实性结节的时间、随访时间及其结节发生的动态变化,尽可能在相同的扫描条件、窗宽及窗位下对病灶的生长变化情况进行评估,如果患者有多个亚实性结节,我们将重点关注1~2个最大的或有明确实性成分的亚实性结节。

此外,在本研究中,亚实性结节的发生动态变化被定义为:(A)亚实性结节随访CT发现与初始CT相比直径增加2 mm及以上;(B)亚实性结节的直径减少2mm及以上;(C)部分实性结节中的实性部分比初始CT增加2 mm及以上;(D)在纯GGNs中出现新的实性成分^[13]。

1.4 统计学方法 使用IBM SPSS 26.0软件进行统计分析。计数资料以构成比表示,使用卡方检验或者Fisher确切概率法分析不同组间发生动态变化百分比的差异,检验水准=α0.05。

2 结果

2.1 基线特征 127例患者共检出335个亚实性结节,结节平均直径(6.02±0.38)cm。其中,纯磨玻璃结节185枚(55.2%)、部分实性结节150枚(44.8%)。150个PSN中有127个结节在0~3月期间进行了CT复查,158个纯GGNs有150个在0~3月期间进行了CT复查,亚实性结节的患者特征见表1。

2.2 亚实性结节的动态变化分析 155个纯GGNs在0~3月期间进行了CT复查,14个发生了动态变化;其中,A组直径≤5mm的纯GGNs中有20.0%(2/10)发生动态变化,B组直径>5mm的纯GGNs中8.3%(12/145)发生动态变化,差异无统计学意义;B组直径>5mm的纯GGNs在0~3月和3~6月期间的PSN发生动态变化百分比的差异具有统计学意义($P<0.05$,见表2),在6~12月、12~24月和大于24月期间的发生动态变化百分比的差异无统计学意义,见图1,一名55岁女性,图1(A)初次检查为肺左上叶尖后段胸膜下纯磨玻璃结节,结节直径7mm;分别在6个月、10个月、16个月、25个月、31个月复查无变化,见图1B~图1E。

127个PSN在0~3月期间进行了CT复查,18个发生了动态变化;其中,直径≤8mm的PSN中有6.9%(4/58)发生动态变化,D组直径>8mm的PSN中有20.3%(14/69)发生动态变化,差异具有统计学意义;PSN在0~3月和3~6月期间发生动态变化百分比的差异具有统计学意义($P<0.05$,见表2)。

2.3 亚实性结节在不同随访时间内复查不同频次动态变化分析 亚实性结节在不同随访时间内复查不同频次发生动态变化的百分比见表3。其中,11.4%(4/35)的PSN在0~3月内随访了1次且发生动态变化;3.7%(2/54)的纯GGNs在0~3月内随访了1次且发生动态变化;不同类型的结节在不同的随访时间内复查不同频次发生动态变化的百分比不同,在0~3月、3~6月、6~12月内复查1~2次的差异无统计学意义($P>0.05$),复查3~4次均未发生动态变化。PSN在12~24月期间,复查1次和3次之间的差异具有统计学意义($P<0.05$)。

表1 亚实性结节的基线临床-影像学特征

项目	分类	部分实性结节(n,%)	磨玻璃结节(n,%)	合计	P值
性别	男	14(58.3)	62(60.2)	76(59.8)	0.86
	女	10(41.7)	41(39.8)	51(40.2)	
年龄		54.8±19.6	55.9±13.9		0.06
结节数目	单发	22(91.7)	42(40.8)	64(50.4)	<0.01
	多发	2(8.3)	61(59.2)	63(49.6)	
结节数量		150(44.8)	185(55.2)	335(100.0)	<0.01
直径	(3mm,5mm)	3(2.0)	10(5.2)	13(3.8)	0.73
	>5mm	147(98.0)	179(94.7)	326(96.2)	
	(3mm,8mm)	66(44.0)	126(68.1)	192(57.3)	
	>8mm	84(56.0)	59(31.9)	143(42.7)	
位置	左肺上叶	29(19.3)	45(24.3)	74(22.1)	0.38
	左肺下叶	36(24.0)	36(19.5)	72(21.5)	
	右肺上叶	39(26.0)	57(30.8)	96(28.7)	
	右肺中叶	15(10.0)	11(5.9)	26(7.8)	
	右肺下叶	31(20.7)	36(19.5)	67(20.0)	
复查频次(次)	4	15(10.0)	3(5.4)	18(5.4)	0.01
	5	42(28.0)	50(27.0)	92(27.5)	
	6	25(16.7)	37(20.0)	62(18.5)	
	7	16(10.7)	33(17.8)	49(14.6)	
	8	34(22.7)	38(20.5)	72(21.5)	
	9	18(12.0)	24(13.0)	42(12.5)	
复查频率(月)	0~3	127(84.7)	155(83.7)	277(84.1)	0.09
	3~6	110(73.3)	143(77.3)	253(75.5)	
	6~12	73(48.7)	122(65.9)	195(58.2)	
	12~24	50(33.3)	81(43.8)	131(39.1)	
	24~	32(21.3)	26(14.1)	58(17.3)	

表2 亚实性结节不同频率发生动态变化分析

结节类型	结节大小	亚实性结节不同随访时间发生动态变化百分比					P值
		0~3月	3~6月	6~12月	12~24月	24~月	
纯磨玻璃结节	A组: (3mm,5mm)(n=10)	2/10(20.0)	2/8(25.0)	1/5(20.0)	0/3(0.0)	0/2(0.0)	0.86
	B组: >5mm(n=179)	12/145(8.3)	25/139(18.0)	20/117(17.1)	7/78(9.0)	1/24(4.0)	0.03
部分实性结节	C组: (3mm,8mm)(n=66)	4/58(6.9)	10/48(20.8)	10/32(31.3)	3/18(16.7)	1/11(11.1)	0.04
	D组: >8mm(n=84)	14/69(20.3)	24/62(38.7)	8/41(19.5)	3/32(9.4)	1/21(4.8)	0.002

注: *B组的纯GGNs在0~3月和3~6月发生动态变化的百分比之间的差异均有统计学意义($P<0.05$)。C组与D组的PSN分别在0~3月、3~6月随访期间发生动态变化的百分比之间的差异均有统计学意义($P<0.05$); PSN在0~3月和3~6月发生动态变化的百分比之间的差异均有统计学意义($P<0.05$)。

表3 亚实性结节不同随访期内不同复查频次发生动态变化分析

检查频次	0~3月				3~6月				6~12月				12~24月				24~月			
	1	2	3~	P值	1	2	3~	P值	1	2	3~	P值	1	2	3~	P值	1	2	3~	P值
部分实性结节	4/35	2/30	3/62	0.48	5/68	1/20	0/22	0.42	7/45	0/19	0/9	0.09	4/19	0/8	0/23	0.03	0/9	0/8	3/15	0.15
	(11.4)	(6.7)	(6.8)		(7.4)	(5.0)	(0.0)		(15.6)	(0.0)	(0.0)		(21.1)	(0.0)	(0.0)		(0.0)	(0.0)	(0.0)	
纯磨玻璃结节	2/54	1/27	0/69	0.28	4/71	2/43	0/29	0.44	12/72	2/35	0/15	0.08	2/28	1/22	0/31	0.34	2/9	1/7	2/10	0.94
	(3.7)	(3.7)	(0.0)		(5.6)	(4.7)	(0.0)		(16.7)	(5.7)	(0.0)		(7.1)	(4.5)	(0.0)		(0.0)	(0.0)	(0.0)	

注: 部分实性结节在随访12~24月期间,复查1次和3次之间的差异具有统计学意义($P<0.05$)。

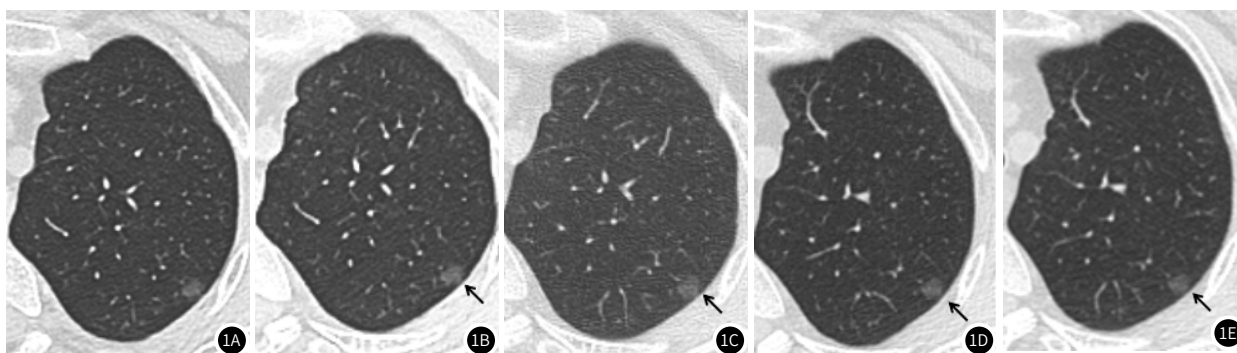


图1A~图1E 女, 55岁 (A) 初次检查为肺左上叶尖后段胸膜下纯磨玻璃结节, 结节直径7mm; (B)~(E) 6个月、10个月、16个月、25个月、31个月后复查无变化。

3 讨论

随着大众健康意识的提高以及医疗技术快速发展, 检查发现肺部结节的人群逐年上升, 其中亚实性结节是结节中检出比率较高的一类^[14]。文献报道肺部亚实性结节虽病理类型以肺腺癌为主, 但其临床自然病程因病变生长缓慢而相对较长, 因此国内外指南或专家共识均指出对于肺部亚实性结节的管理应科学合理的长效定期监测, 避免该类患者过度诊断和过度治疗^[15-16]。然有学者报道^[12], 不同地区尤其是肺癌高发地区, 患者及家属过度关注或患者医从性参差不齐, 均导致临床中肺结节尤其是肺部亚实性结节患者常出现过度检查、过度治疗, 增加患者身体及心理负担同时导致医疗资源浪费。因此, 本研究通过调查贵阳市人群随访期间亚实性结节发生动态变化的时间, 并对比不同复查频率和复查频次间结节发生动态变化的百分比, 结合国内指南初步探讨贵阳市亚实性结节人群的随访情况, 为其精准管理提供依据。

在本研究中, 基于国内关于亚实性结节处理建议的专家共识将纯GGNs分为A组: 纯磨玻璃结节(3mm<直径≤5mm)、B组: 纯磨玻璃结节(直径>5mm组)。国内专家共识关于纯GGNs的随访建议根据结节不同直径大小分别采用3个月、6个月影像随访, 随后行年度随访^[3]。本研究结果显示, 直径5mm的纯GGNs 0~3月、3~6月、6~12月、12~24月和>24月发生动态变化的百分比之间的差异无统计学意义, 这可能与本研究纳入直径≤5mm样本量较小导致。而在本研究中, 直径>5mm的纯GGNs在0~3月和3~6月时发生动态变化的百分比分别是8.3%和18.0%, 差异具有统计学意义的, 故我们建议直径>5mm的纯GGNs可在0~3月和3~6月时分别随访一次, 这和指南建议的3个月影像随访无变化后行年度随访略有差异; 而6~12月、12~24月和>24月时发生动态变化的百分比分别17.1%、9.0%和4.0%, 虽然不同随访时间纯GGN发生动态变化的百分比略有不同, 但差异无统计学意义, 进一步提示纯GGNs的惰性生长。而Fleischner学会关于偶发肺结节管理指南也建议对纯GGNs进行两年一次的CT随访^[11]。如在本研究中随访2年以上无变化的病例(见图1)。另外, Tang等^[9]指出纯GGNs通常需要7年的中位数随访时间才能增长, 这可能证明纯GGNs的随访间隔比指南建议的更长。实际上, Hammer等^[17]通过纯GGNs的CT随访间隔为1年、2年和3年的模拟分析显示, 在存活率方面也有类似的结果。另外, 本研究也分别比较在不同随访期内不同复查频次发生动态变化的百分比的差异。研究结果显示在0~3月、3~6月、6~12月、12~24月和>24月期间, 随访1次, 2次和大于3次之间发生在不同随访期间内无需进行多次随访, 进而降低患者辐射暴露。

除此之外, 国内专家共识关于部分实性结节的随访建议根据直径是否大于8mm采取不同的随访策略^[3]。本研究将部分实性结节分为C组: 3mm<直径≤8mm组、D组: 直径>8mm组, 结果显示, 直径≤8mm的部分实性结节在0~3月和3~6月时发生动态变化的百分比分别是6.9%和20.8%, 差异有统计学意义; 而6~12月、12~24月和>24月时发生动态变化的百分比分别31.3%、16.7%和11.1%, 虽然不同随访时间发生动态变化对的百分比略有不同, 但差异无统计学意义; 可能的原因是本研究纳入直径

≤8mm部分实性结节且随访时间大于12个月的病例较少。然而, Tang等^[9]报道PSN通常需要3年的中位数随访时间才能增长, 相较于纯GGNs要短很多, 但仍然表明PSN呈惰性生长, 研究者建议实性部分小于或等于5 mm的PSN可以采用更保守的管理策略, 并在第一次年度随访CT后两年随访一次^[18-19]。也有研究表明PSN显示出频繁的间歇性生长, 并且它们发生增长的时间很短^[9]。

除此之外, 由于PSN的自然临床病程相对较慢, 越来越多的研究关注增长的SSN的预测因素^[20-21]。据报道, SSN生长的危险因素包括高龄、男性、较大的病灶或较大的实性成分、实性成分的存在和肺癌既往史^[22-23]。而在本研究中, 直径>8mm的部分实性结节也呈现类似的结果, 在0~3月、3~6月、6~12月、12~24月和>24月发生动态变化的百分比20.3%、38.7%、19.5%、9.4%和4.8%。0~3月和3~6月之间的差异提示我们直径>8mm的部分实性结节3~6月可能会发生生长, 可根据国内专家共识进行管理。另外, 针对在一定随访期内不同复查频次分析, 结果显示在0~3月、3~6月、6~12月、12~24月和>24月期间, 随访1次, 2次和大于3次之间发生动态变化的百分比, 差异均无统计学意义。但这一结果反应了需随访观察的患者对指南的依从性很低, 导致过度检查。Lin等^[12]通过荟萃分析也指出临床实践中对Lung-RADS推荐的筛查间隔的总体依从率仅为57%, 但亚组分析显示诊断为危险性较高的结节的患者对指南的依从性较高^[24-25]。因此, 患者对指南的依从性仍值得关注。

本研究存在的局限性: 首先, 本研究为回顾性研究, CT随访间隔未统一导致无法准确得出发生动态变化的时间点。其次, 本研究为单中心研究且样本量较小, 因此结果的推广有限, 后续还需加强多中心合作扩大样本进一步研究。

总的来说, 对于贵阳市直径>5mm的纯磨玻璃结节人群建议在专家共识方案上增加一次3-6月随访, 其余部分实性结节不同类型及大小均建议按国内专家共识随访。

参考文献

- [1] ABERLE D R, ADAMS A M, BERG C D, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening[J]. The New England journal of medicine, 2011, 365 (5): 395-409.
- [2] METS O M, DE JONG P A, CHUNG K, et al. Fleischner recommendations for the management of subsolid pulmonary nodules: high awareness but limited conformance—a survey study[J]. European radiology, 2016, 26 (11): 3840-3849.
- [3] 张晓菊, 白莉, 金发光, 等. 肺结节诊治中国专家共识(2018年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41: 763-771.
- [4] HANSELL D M, BANKIER A A, MACMAHON H, et al. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging[J]. Radiology, 2008, 246 (3): 697-722.
- [5] SILVA M, PROKOP M, JACOBS C, et al. Long-Term Active Surveillance of Screening Detected Subsolid Nodules is a Safe Strategy to Reduce Overtreatment[J]. J Thorac Oncol, 2018, 13 (10): 1454-1463.
- [6] HENSCHKE C I, YANKELEVITZ D F, MIRTICHEVA R, et al. CT screening for lung cancer: frequency and significance of part-solid and nonsolid nodules[J]. AJR American journal of roentgenology, 2002, 178 (5): 1053-1057.
- [7] POMPE E, DE JONG P A, MOHAMED HOESEIN F A A. Unravelling complexities of the subsolid pulmonary nodule—detection, characterization, natural history, monitoring and (future) patient management[J]. J Thorac Dis, 2019, 11 (Suppl 9): S1402-s1407.

(下转第 61 页)

和恶性转移结节，且恶性转移结节的比重较高，有待在以后研究中进一步对肺结节良恶性深入研究。

4 结 论

Star-VIBE和T₁-VIBE序列可用于直径≥6mm肺结节的检出；T₁ mapping序列可用于直径>8mm肺结节的检出。而直径<6mm的肺结节，基于T₁WI序列检出率较低，对这些结节的检出与随访，MR尚不能替代CT。综上所述，基于T₁WI序列在肺结节检出方面具有潜在价值。

参考文献

- [1] Siegel R L, Miller K D, Fuchs H E, et al. Cancer Statistics, 2021[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(1): 7-33.
- [2] 宁爱东, 张林飞, 汪国伟. CT三维重建成像对孤立性肺结节形态特征的显示及良恶性的诊断价值探究[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(8): 36-38.
- [3] Koo C W, Lu A, Takahashi E A, et al. Can MRI contribute to pulmonary nodule analysis? [J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2019, 49(7): e256-e264.
- [4] 刘长志, 司徒亚, 陈新胜. CT与MRI在良恶性孤立肺结节鉴别诊断中的应用比较 [J]. 中国CT与MRI杂志, 2020, 18(7): 4.
- [5] 戴志京, 孙蓉, 钱小建. 多层螺旋CT联合磁共振扩散加权成像在肺部结节良恶性病变鉴别诊断中的应用[J]. 中国CT与MRI杂志, 2019.
- [6] Meier-Schroers M, Homs R, Skowasch D, et al. Lung cancer screening with MRI: results of the first screening round[J]. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology, 2018, 144(1): 117-125.
- [7] Koo C W, White D B, Lingineni R K, et al. Magnetic Resonance Imaging of Part-solid Nodules[J]. Journal of thoracic imaging, 2016, 31(1): 2-10.
- [8] Cieszanowski A, Lisowska A, Dabrowska M, et al. MR imaging of pulmonary nodules: detection rate and accuracy of size estimation in comparison to computed tomography [J]. PLoS One, 2016, 11(6): e0156272.
- [9] Heye T, Ley S, Heussel C P, et al. Detection and size of pulmonary lesions: how accurate is MRI? A prospective comparison of CT and MRI [J]. Acta Radiologica, 2012, 53(2): 153-160.
- [10] Zhang S, Gu X, Liu J, et al. A primary analysis on measuring repeatability of the maximum diameter between CT and MR imaging for lung cancers [J]. Journal of X-Ray Science and Technology, 2020, 28(2): 333-344.
- [11] 任占丽, 贺太平, 杨创勃, 等. 磁共振 3D-VIBE 序列和 STAR-VIBE 序列对肺结节显示能力的比较研究[J]. 磁共振成像, 2019, 10(1): 14-17.
- [12] Kumar S, Rai R, Stemmer A, et al. Feasibility of free breathing Lung MRI for Radiotherapy using non-Cartesian k-space acquisition schemes[J]. The British journal of radiology, 2017, 90(1080): 20170037.
- [13] 李武超, 刘远成, 杨艳, 等. 自由呼吸StarVIBE序列用于采集胸部T1WI [J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(6): 5.

- [14] Yang S, Shan F, Yan Q, et al. A pilot study of native T1-mapping for focal pulmonary lesions in 3.0 T magnetic resonance imaging: size estimation and differential diagnosis[J]. Journal of Thoracic Disease, 2020, 12(5): 2517-2528.
- [15] Zeng J, Liu Z, Shen G, et al. MRI evaluation of pulmonary lesions and lung tissue changes induced by tuberculosis[J]. International Journal of Infectious Diseases, 2019, 82: 138-146.
- [16] Perman W H, Bernstein M A, Sandstrom J C. A method for correctly setting the rf flip angle[J]. Magnetic resonance in medicine, 1989, 9(1): 16-24.
- [17] Kim J E, Kim H O, Bae K, et al. T1 mapping for liver function evaluation in gadoteric acid-enhanced MR imaging: comparison of look-locker inversion recovery and B1 inhomogeneity-corrected variable flip angle method[J]. European radiology, 2019, 29(7): 3584-3594.
- [18] Radiology A C o. Lung CT screening reporting and data system (Lung-RADS) [J]. 2014.
- [19] 王逸飞. CT征象与Lung-RADS分级对孤立性肺结节良恶性鉴别价值[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(9): 26-27.
- [20] Meier-Schroers M, Homs R, Schild H H, et al. Lung cancer screening with MRI: characterization of nodules with different non-enhanced MRI sequences[J]. Acta Radiologica, 2019, 60(2): 168-176.
- [21] Yu N, Yang C, Ma G, et al. Feasibility of pulmonary MRI for nodule detection in comparison to computed tomography[J]. BMC Medical Imaging, 2020, 20(1): 1-7.
- [22] 张宁. 磁共振检出肺小结节的序列优化及浸润性肺腺癌的诊断[D]. 河北医科大学, 2017.
- [23] Jiang J, Cui L, Xiao Y, et al. B1-Corrected T1 Mapping in Lung Cancer: Repeatability, Reproducibility, and Identification of Histological Types [J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2021, 54(5): 1529-1540.
- [24] McWilliams A M, Mayo J R, Im Ahn M, et al. Lung cancer screening using multi-slice thin-section computed tomography and autofluorescence bronchoscopy[J]. Journal of Thoracic Oncology, 2006, 1(1): 61-68.
- [25] Swensen S J, Jett J R, Hartman T E, et al. CT screening for lung cancer: five-year prospective experience [J]. Radiology, 2005, 235(1): 259-265.
- [26] Ohno Y, Koyama H, Yoshikawa T, et al. Standard-, reduced-, and no-dose thin-section radiologic examinations: comparison of capability for nodule detection and nodule type assessment in patients suspected of having pulmonary nodules[J]. Radiology, 2017, 284(2): 562-573.
- [27] Schäfer J F, Vollmar J, Schick F, et al. Imaging diagnosis of solitary pulmonary nodules on an open low-field MRI system—comparison of two MR sequences with spiral CT [J]. Rofo, 2002, 174(9): 1107-1114.

(收稿日期: 2022-04-20)

(校对编辑: 孙晓晴)

(上接第 46 页)

- [8] GODOY M C, SABLOFF B, NAIDICH D P. Subsolid pulmonary nodules: imaging evaluation and strategic management[J]. Current opinion in pulmonary medicine, 2012, 18(4): 304-312.
- [9] TANG E K, CHEN C S, WU C C, et al. Natural History of Persistent Pulmonary Subsolid Nodules: Long-Term Observation of Different Interval Growth [J]. Heart, lung & circulation, 2019, 28(11): 1747-1754.
- [10] LARICI A R, FARCHIONE A, FRANCHI P, et al. Lung nodules: size still matters [J]. Eur Respir Rev, 2017, 26(146):
- [11] MACMAHON H, NAIDICH D P, GOO J M, et al. Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images: From the Fleischner Society 2017 [J]. Radiology, 2017, 284(1): 228-243.
- [12] LIN Y, FU M, DING R, et al. Patient Adherence to Lung CT Screening Reporting & Data System-Recommended Screening Intervals in the United States: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. J Thorac Oncol, 2022, 17(1): 38-55.
- [13] BANKIER A A, MACMAHON H, GOO J M, et al. Recommendations for Measuring Pulmonary Nodules at CT: A Statement from the Fleischner Society [J]. Radiology, 2017, 285(2): 584-600.
- [14] METS O M, DE JONG P A, SCHOLTEN E T, et al. Subsolid pulmonary nodule morphology and associated patient characteristics in a routine clinical population[J]. European radiology, 2017, 27(2): 689-696.
- [15] RICCIARDI S, BOOTON R, PETERSEN R H, et al. Managing of screening-detected sub-solid nodules—a European perspective[J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(5): 2368-2377.
- [16] SATO M, YANG S M, TIAN D, et al. Managing screening-detected subsolid nodules—the Asian perspective[J]. Transl Lung Cancer Res, 2021, 10(5): 2323-2334.
- [17] HAMMER M M, PALAZZO L L, ECKEL A L, et al. A Decision Analysis of Follow-up and Treatment Algorithms for Nonsolid Pulmonary Nodules[J].

- Radiology, 2019, 290(2): 506-513.
- [18] LEE J H, PARK C M, LEE S M, et al. Persistent pulmonary subsolid nodules with solid portions of 5 mm or smaller: Their natural course and predictors of interval growth[J]. European radiology, 2016, 26(6): 1529-1537.
- [19] LEE J H, PARK C M, KIM H, et al. Persistent part-solid nodules with solid part of 5 mm or smaller: Can the 'follow-up and surgical resection after interval growth' policy have a negative effect on patient prognosis? [J]. European radiology, 2017, 27(1): 195-202.
- [20] 宁爱东, 张林飞, 汪国伟. CT三维重建成像对孤立性肺结节形态特征的显示及良恶性的诊断价值探究[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(8): 36-38.
- [21] 王逸飞. CT征象与Lung-RADS分级对孤立性肺结节良恶性鉴别价值[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(9): 26-27.
- [22] CHO J, KIM E S, KIM S J, et al. Long-Term Follow-up of Small Pulmonary Ground-Glass Nodules Stable for 3 Years: Implications of the Proper Follow-up Period and Risk Factors for Subsequent Growth[J]. J Thorac Oncol, 2016, 11(9): 1453-1459.
- [23] KAKINUMA R, NOGUCHI M, ASHIZAWA K, et al. Natural History of Pulmonary Subsolid Nodules: A Prospective Multicenter Study[J]. J Thorac Oncol, 2016, 11(7): 1012-1028.
- [24] 石锋, 舒松, 吴明, 等. 低剂量CT扫描在诊断直径<2.0cm孤立性肺结节的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19: 67-69.
- [25] 余璐, 桂丹. 136例肺结节患者CT诊断的回顾性分析及Lung-RADS分级的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19: 57-60.

(收稿日期: 2022-03-14)

(校对编辑: 朱丹丹)