

· 胸部影像学 ·

ZooMit-DWI 对肺癌的病理分型诊断价值:与常规 DWI 的对照研究

李广政,黄仁军,杜明占,胡粟,李勇刚,李平

【摘要】 目的:探讨 ZooMit-DWI 在肺癌成像中的可行性及在肺癌不同病理类型及分化程度鉴别中的价值。**方法:**连续性收集 76 例肺癌患者的临床、影像及病理资料,所有患者均进行常规 DWI(C-DWI)和 ZooMit-DWI(Z-DWI),并分别测量其 ADC 值。比较两种成像序列的图像质量,评估不同观察者测量 ADC 值的一致性。分析两种 DWI 序列在不同肺癌病理类型及肺癌高中分化、低分化两组中的 ADC 值差异,并采用受试者操作特征(ROC)曲线评价其诊断效能。**结果:**最终入组 63 例患者,其中肺小细胞癌 9 例,鳞癌 20 例,腺癌 34 例。Z-DWI 主观图像质量评分及图像信噪比、对比度、对比噪声比均较 C-DWI 图像高($P < 0.05$)。不同观察者测量 C-DWI 与 Z-DWI 图像 ADC 值的 ICC 分别为 0.746 (95%CI:0.61~0.84)、0.886 (95%CI:0.82~0.93)。肺小细胞癌、鳞癌、腺癌的 Z-ADC 平均值两两比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。常规 ADC 平均值在小细胞癌组与鳞癌组($P < 0.05$)、腺癌组($P < 0.05$)间的差异有统计学意义,而在鳞癌组和腺癌组间的差异没有统计学意义($P > 0.05$)。Z-ADC 值及 C-ADC 值在肿瘤中高分化组、低分化组差异均有统计学意义($P < 0.05$),ROC 曲线显示 Z-ADC 值及 C-ADC 值诊断中高分化、低分化肺癌的 ROC 曲线下面积分别为 0.897、0.776。**结论:**ZooMit-DWI 序列在肺部肿瘤成像的图像质量及 ADC 值测量的可重复性均优于常规 DWI 序列,ZooMit-DWI 序列有助于肺癌不同病理类型及组织分化程度的鉴别诊断。

【关键词】 磁共振成像;扩散加权成像;肺肿瘤;病理类型

【中图分类号】 R445.2;R734.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)11-1367-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.11.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Diagnostic value of ZooMit-DWI for pathological classification of lung cancer: compared with conventional DWI LI Guang-zheng, HUANG Ren-jun, DU Ming-zhan, et al. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China

【Abstract】 Objective: To explore the feasibility of ZooMit-DWI in lung cancer imaging and its value in identifying pathological types and differentiation degree of lung cancer. **Methods:** Clinical, imaging, and pathological data of 76 lung cancer patients were collected consecutively. All patients underwent conventional DWI (C-DWI) and ZooMit DWI (Z-DWI), and ADC values were measured respectively. The image quality of the two sequences was compared and the inter-observers agreement of the ADC values was assessed. The differences in ADC values between two DWI sequences in different pathological types and different differentiation degrees of lung cancer were analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the diagnostic efficiency. **Results:** 63 patients were finally enrolled, including 9 small cell carcinoma, 20 squamous carcinomas, and 34 adenocarcinomas. Subjective image quality score, image signal-to-noise ratio (SNR), contrast ratio, and contrast-to-noise ratio of Z-DWI were higher than that of C-DWI ($P < 0.05$). The ICC of C-ADC and Z-ADC were 0.746 (95%CI:0.61~0.84) and 0.886 (95%CI:0.82~0.93), respectively. The mean values of Z-ADC for small cell carcinoma, squamous carcinoma, and adenocarcinoma of the lung were statistically significant in pairwise comparisons ($P < 0.05$). The differences in C-ADC mean values were statistically significant between the small cell carcinoma group and the squamous carcinoma group ($P < 0.05$), and

作者单位:215006 江苏,苏州大学附属第一医院放射科(李广政、黄仁军、胡粟、李勇刚、李平),病理科(杜明占)

作者简介:李广政(1988-),男,山东临沂人,硕士研究生,主管技师,主要从事磁共振技术工作。

通讯作者:李平, E-mail:liping111631@163.com

基金项目:苏州市姑苏卫生重点人才计划项目(GSWS2020009);血液病国家临床医学研究中心转化研究课题(2020WSB06);国家自然科学基金面上项目(81671743);苏州市临床重点病种诊疗技术专项(LCZX201801);江苏省六大高峰人才计划课题项目(WSW-057);江苏省“六个一”高层次人才工程项目(LGY2016035)

the adenocarcinoma group ($P<0.05$), while the difference between the squamous carcinoma and the adenocarcinoma groups were not statistically significant ($P>0.05$). The differences in Z-ADC values and C-ADC values were significantly different in the highly and poorly differentiated groups ($P<0.05$). The ROC curves showed that the AUC values were 0.897 and 0.776, respectively, for the diagnosis of highly and poorly differentiated lung cancer. **Conclusion:** The image quality and repeatability of ADC value measured by ZooMit-DWI in lung tumor imaging are better than conventional DWI. ZooMit-DWI is useful for the differential diagnosis of different pathological types and differentiation degrees of lung cancer.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Lung neoplasms; Pathological types

肺癌是全世界人类癌症死亡的主要原因之一^[1]。术前准确的诊断、分期和组织学分型等对于选择最佳的治疗策略至关重要,直接影响肺癌患者的预后^[2-3]。胸部磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)无电离辐射,且能通过结构和功能成像对肺部疾病进行综合评估。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是其中一种无辐射、无创、无需对比剂的功能成像检查方法^[4-5],通过探测病灶内水分子扩散受限的变化来表征组织的微观结构,扩散受限的变化可量化为表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)^[6]。既往研究表明其在评估胸腔内病变和肺部肿瘤特征方面的应用和潜在优势^[7-11]。然而常规 DWI (conventional DWI, C-DWI)序列采用单次激发回波平面成像(echo planar imaging, EPI),其优点是成像速度快,但空间分辨率低、图像几何畸变较重,图像质量难以保证。ZooMit-DWI(Z-DWI)通过采用两个脉冲序列选择性激发感兴趣区获取信号,在不增加扫描时间的情况下使图像几何变形程度减少、磁敏感伪影减低、空间分辨力提高^[12-14]。已有文献报道 ZooMit-DWI 在前列腺^[15]、胰腺^[16]、肾脏^[17]等病变方面显示了较高的应用价值,但在肺癌研究中尚未得到证实。本研究旨在探讨 ZooMit-DWI 在肺癌成像中的可行

性,并进一步研究其在评估肺癌不同病理类型及分化程度中的初步应用价值。

材料与方法

1.一般资料

连续收集 2020 年 6 月—2021 年 5 月经本院收治的 76 例疑似肺癌患者的临床及影像资料。纳入标准:①常规影像学(X 线或 CT 等)证实的肺部原发占位;②病灶直径 ≥ 1.5 cm;③临床资料完整;④检查前未行放疗、化疗、穿刺、靶向治疗及手术治疗。排除标准:①病情较重,配合不佳者($n=3$);②有磁共振禁忌症,如体内金属植入物等;③临床资料不完整($n=3$);④肿瘤最大直径 <1.5 cm($n=3$);⑤良性病例或临床少见肿瘤,如肉芽肿、大细胞癌、腺鳞癌等($n=4$)。最终入组 63 例。所有患者均经穿刺或手术病理证实,并于穿刺或手术前一周内完成磁共振检查。所有患者检查前均签署知情同意书,本研究获得伦理委员会批准。

2.检查方法

采用 Siemens 3.0T 磁共振扫描仪(MAGNETOM Skyra, Siemens HealthCare, Erlangen, Germany)及体部 18 通道表面相控阵线圈。患者仰卧位,双臂上举,检查前对患者进行呼吸训练,以减少呼吸运动

表 1 扫描序列及参数

序列	T ₂ HASTE	T ₂ BLADE	T ₁ VIBE-3D	C-DWI	Z-DWI	T ₁ VIBE-3D C+
扫描方位	Coronal	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
层厚(mm)	5	5	3.5	5	5	3.5
层间隔(mm)	1	1	0	1	1	0
分辨率(mm)	1.3×1.3×5	1.3×1.3×5	1.3×1.3×3.5	1.6×1.6×5	0.9×0.9×5	1.3×1.3×3.5
层数	24	20	1	20	20	1
TR/TE(ms)	1400/87	3000/87	4.11/1.24	5600/72	4500/68	4.11/1.24
b 值(s/mm ²)	—	—	—	0/800	0/800	—
Averages	1	1	1	—	1	1
FOV(mm)	400	400	420	400	180	420
翻转角(°)	180	180	12	—	—	12
矩阵	320	320	320	128	96	320
压脂	None	Yes	None	Yes	Yes	None
扫描时间(s)	30	147	13	129	139	13
呼吸方式	屏气	自由呼吸	屏气	自由呼吸	自由呼吸	屏气

伪影。图像采集包括冠状面 T₂WI、横轴面 3D-T₁WI、T₂WI、常规 DWI、ZooMit-DWI 和增强后横轴面 3D-T₁WI。C-DWI 图像是在横轴面和全视野激发下获得的。而 Z-DWI 是通过缩小 FOV 放大病变区域选择性激发获得。ADC 图采用低 b 值和高 b 值的单指数函数计算。具体参数见表 1。

3.图像分析与测量

图像使用 RadiAnt DICOM Viewer 软件查看,将 C-DWI 图像放大到与 Z-DWI 图像相同大小。由两名具有 10 年以上胸部影像诊断经验的医师以匿名和随机的方式对 C-DWI 及 Z-DWI 图像进行评价和分析,分析前对与图像相关的临床和组织病理学结果不知情。两位观察者根据图像质量和总体偏好分别对 C-DWI 和 Z-DWI 序列进行排序独立评价,以李克特量表 5 分制评估,5 分表示图像质量最佳(病变信号明显增高,边缘清晰,无图像失真),4 分图像质量好(病变信号明显增高,边缘较清晰,图像轻微失真),3 分图像质量一般(病变信号中度增高,边缘模糊,图像失真较严重),2 分图像质量较差,但不影响诊断(病变信号略增高,边缘模糊,图像失真严重),1 分表示图像无法诊断(病灶无法识别,显示不清)^[17]。根据纳入标准纳入的所有患者图像均能达到诊断要求(图像评分均≥2 分)。计算两组 DWI 图像信噪比(SNR),对比度(CR)、对比噪声比(CNR)。SNR=SI_{病灶}/SD_{病灶},CR=SI_{病灶}/SI_{脊髓},CNR=|SI_{病灶}-SI_{脊髓}|/SD_{病灶},其中 SI_{病灶}是 b=800 s/mm² 时 DWI 图像中病变区域的信号强度,SD_{病灶}为病变区域信号强度的标准差,SI_{脊髓}为同层面脊髓信号强度。由于 Z-DWI 小视野原因,有 9 例未能包含同层面脊髓,因此笔者选择了能够测量的 54 例,进行 SNR、CR、CNR 的计算。

图像上传至 Siemens Syngo 后处理工作站,由两

人盲法随机测量 C-DWI 及 Z-DWI 序列中病灶组织的 ADC 值。选取肿瘤直径最大横断面,结合 CT 和磁共振图像避开坏死、囊变、出血和图像变形区,将兴趣区(region of interest,ROI)置于病灶实体部分。在每次测量中对最大层面的相邻上下两层用同样方法进行测量,将三个值的平均值作为测量结果。同一病灶 ROI 大小尽量一致,ROI 范围取 0.5~2 cm²。C-ADC 及 Z-ADC 最终值取两人测量平均值。

4.统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计分析软件。数据的正态性分布通过 Shapiro-Wilk W 检验进行评估。符合正态分布的计数资料采用平均值±标准差表示,组间差异采用 t 检验(两组间)或方差分析(大于两组间)比较。不符合正态分布的计数资料采用中位数(四分位数,IQR)进行表示,组间差异采用配对样本 Wilcoxon 秩和检验进行比较。计量资料采用数值(百分比)表示,组间差异采用卡方检验比较。采用组内相关系数(interclass correlation coefficient,ICC)评估两个观察者测量图像 ADC 值的一致性。当 ICC>0.75 时被认为一致性较高。采用受试者操作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线对肺癌中高分化组、低分化组 ADC 值进行诊断效能分析。以 P<0.05 认为差异有统计学意义。

结 果

1.一般临床资料

最终入组 63 例肺癌患者,腺癌 34 例,鳞癌 20 例,小细胞癌 9 例,其中低分化 32 例,中高分化 31 例,共有 63 个病灶纳入研究。其中男 48 例,女 15 例,年龄 39~79 岁,平均 63±8.8 岁。肿块直径 2.1~10 cm,平均(4.2±1.6) cm。34 例患者有吸烟史(5~33 年)。

表 2 一般临床资料

临床特	总数 (n=63)	低分化组 (n=32)	中高分化组 (n=31)	t/χ ²	P
年龄均值(岁)	63±8.6	63.2±8.8	62.9±8.6	0.17 ^a	0.86
年龄范围(岁)	39~79	39~78	41~79		
肿块大小均值(cm)	4.2±1.6	4.6±1.8	3.8±1.3	2.22 ^a	0.03
肿块大小范围(cm)	2.1~10	2.4~10	2.1~8		
性别[例(%)]				2.4 ^b	0.12
男性	48(76.2%)	27(84.4%)	21(67.7%)		
女性	15(23.8%)	5(15.6%)	10(32.3%)		
吸烟史[例(%)]				5.72 ^b	0.02
吸烟	34(54%)	22(68.8%)	12(38.7%)		
不吸烟	29(46%)	10(31.2%)	19(61.3%)		
临床分期[例(%)]				1.37 ^b	0.24
I、II	20(31.7%)	8(25%)	12(38.7%)		
III、IV	43(68.3%)	24(75%)	19(61.3%)		
C-ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)		1.03±0.198	1.242±0.192	-4.32 ^a	<0.001
Z-ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)		0.892±0.143	1.145±0.145	-6.99 ^a	<0.001

注:^a采用独立样本 t 检验对计数资料(年龄、肿块大小、C-ADC 值、Z-ADC 值)进行比较;^b采用卡方检验对计量资料(性别、吸烟史、临床分期)进行比较,当期望计数小于 5 时,采用 Fisher 精确检验进行比较。

63 例肺癌患者中,中央型 35 例,周围型 28 例。详见表 2。

2.图像质量评价及 ADC 值测量一致性比较

Z-DWI 序列整体图像质量、SNR、CR、CNR 得分均显著高于 C-DWI 序列($P<0.001$,表 3)。

表 3 C-DWI 和 Z-DWI 的图像质量评价

图像质量	C-DWI	Z-DWI	Z/t	P
整体图像质量 (n=63)	3(2,3)	4(3,4)	-5.83	<0.001
SNR(n=54)	5.89±2.52	6.69±1.95	-3.32	0.002
CR(n=54)	0.72±0.44	0.85±0.38	-2.71	0.009
CNR(n=54)	3.66±3.79	4.91±3.75	-2.20	0.033

不同观察者间测量病灶的 ADC 平均值差异无统计学意义($P>0.05$),不同观察者在 Z-DWI 序列上测量 ADC 值的一致性优于 C-DWI 序列(表 4)。

3.不同病理亚型肺癌 C-ADC 值及 Z-ADC 值比较

C-ADC 值在腺癌、鳞癌组均较 Z-ADC 值高,差异有统计学意义($P<0.05$)。C-ADC 值与 Z-ADC 值在小细胞癌组差异没有统计学意义($P>0.05$,表 5)。C-ADC 值组间两两比较,小细胞癌组和鳞癌组、腺癌组之间的差异有统计学意义($P<0.05$),鳞癌组和腺癌组间差异没有统计学意义($P=0.166$)。三组 Z-ADC 值组间两两比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。图 1~3 为三例典型病例图像。

4.两种 DWI 序列 ADC 值在鉴别肿瘤分化程度中的比较

中高分化组 C-ADC 值及 Z-ADC 值均明显高于低分化组,差异有统计学意义($P<0.001$,表 2)。C-ADC、Z-ADC 值诊断中高分化肺癌的 ROC 曲线下面积分别为 0.776、0.897(图 4),当 C-ADC 值为 $1.049\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断的敏感度为 87%,特异度为 56%。当 Z-ADC 值为 $1.052\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时诊断的敏感度为 77%,特异度为 87%。

表 5 不同病理亚型肺癌 C-ADC 值及 Z-ADC 值的比较

病理类型	C-ADC ($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	Z-ADC ($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	t 值	P 值
腺癌(n=34)	1.196±0.188	1.094±0.152	3.505	0.001
鳞癌(n=20)	1.139±0.202	1.008±0.163	3.05	0.007
小细胞癌(n=9)	0.889±0.227	0.740±0.117	2.222	0.057
F 值	8.53	19.54		
P 值	<0.05	<0.05		

讨 论

相对于 CT 检查,MRI 检查在胸部病变方面的应用依然有极大的挑战,尽管其软组织成像优势以及扩散特征对疾病诊断有很大帮助,但胸部解剖区域特殊性、扫描时间长、受检者呼吸配合程度、以及扫描参数的设置等带来的难度高于其它部位,并且由于磁敏感伪影、化学位移伪影和空间分辨率等问题,磁共振胸部扩散成像质量一直不太令人满意。因此保证 DWI 定量研究的准确性和提高诊断可信度方面尤为重要。

在本研究中笔者采用 C-DWI 和 Z-DWI 成像,并对两组图像质量进行对比,发现与 C-DWI 相比 Z-DWI 成像提供了更好的图像质量,并且显示了较好的

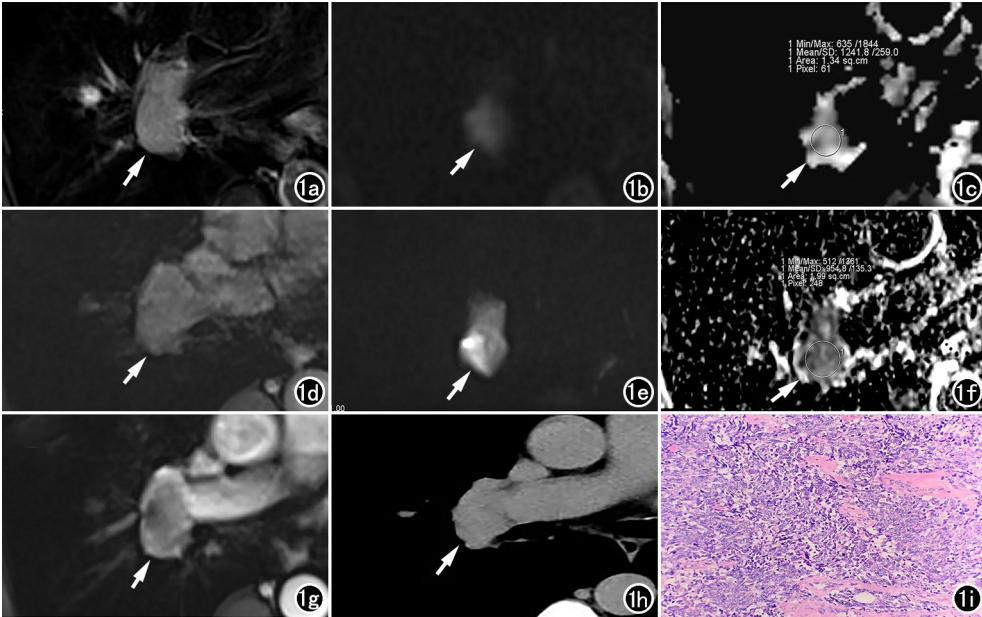


图 1 男,57 岁,右肺门部占位,病理提示低分化小细胞肺癌。a)自由呼吸 T₂ 压脂横轴面示病灶边缘不规则(箭),病变大小约 2.5 cm×3.6 cm,信号较均匀;b、c)分别为 C-DWI 序列 DWI($b=800\text{ s}/\text{mm}^2$)图及 ADC 图像,评分 2 分,病灶 ADC 值 $(1.24\pm 0.26)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;e、f)分别为 Z-DWI 序列 DWI($b=800\text{ s}/\text{mm}^2$)图及 ADC 图像,可见图像模糊和失真更少,边界更清晰,病灶扩散受限明显,图像质量显著优于常规 DWI,评分 4 分,ADC 值 $(0.95\pm 0.13)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;d、g)分别为 T₁ 平扫和增强图像,增强后病灶内部不均匀强化;h)CT 纵膈窗示右肺门部软组织肿块;i)病理提示小细胞癌(HE,×200)。

表 4 C-DWI 和 Z-DWI 序列不同观察者间 ADC 值测量一致性

ADC 值	观察者 1	观察者 2	t	P	ICC(95%CI)
C-ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	1.128±0.236	1.140±0.238	-0.555	0.581	0.746(0.61~0.84)
Z-ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	1.015±0.195	1.017±0.199	-0.169	0.867	0.886(0.82~0.93)

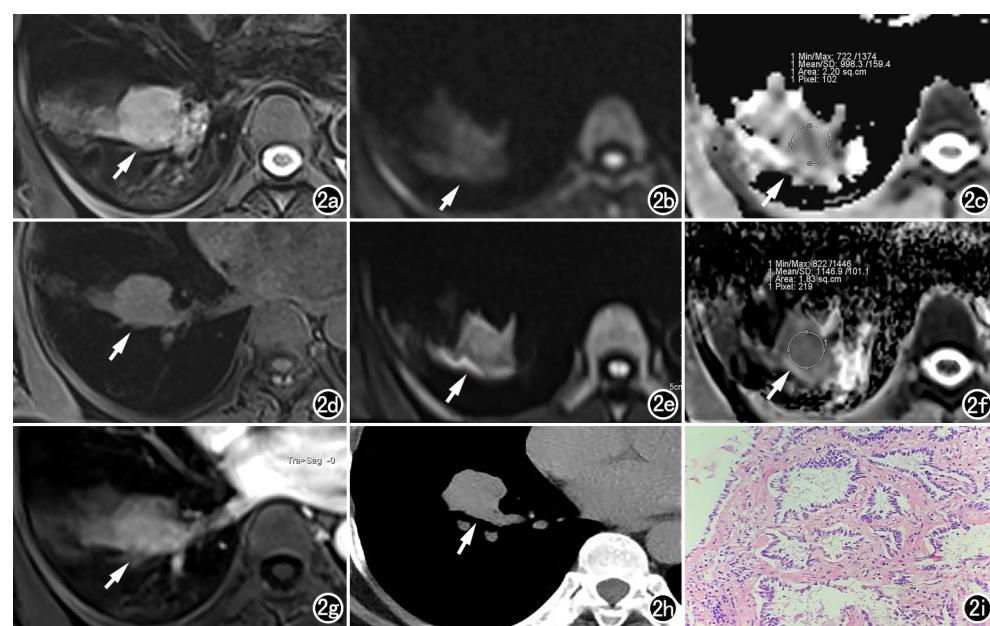


图2 女,47岁,右下肺占位,病理提示高分化腺癌。a)自由呼吸T₂压脂横轴面示病灶边缘不规则,大小约3.5 cm×3.1 cm,信号较均匀,伴远处阻塞性炎症;b、c)分别为C-DWI图像DWI(b=800 s/mm²)图及ADC图像,评分2分,ADC值(0.998 ± 0.159)×10⁻³ mm²/s;e、f)分别为Z-DWI图像DWI(b=800 s/mm²)图及ADC图像,可见图像模糊和失真更小,边界较清晰,病灶扩散受限明显,图像质量优于常规DWI,评分3分,ADC值(1.147 ± 0.101)×10⁻³ mm²/s;d、g)分别为T₁平扫和增强图像,增强后病灶明显强化;h)CT纵膈窗示右下肺软组织肿块;i)病理提示高分化腺癌(HE,×200)。

ADC值测量一致性。胸部常规DWI检查采用单次激发回波平面成像(single shot echo planar imaging, SS-EPI),大视野激发成像同时包含了气体、骨骼和软组织等磁敏感伪影较重,并且3.0T磁共振胸部检查中B0场不均匀性也会更加明显。Z-DWI成像除了回波平面成像还同时使用另一个并行射频脉冲序列,即采用二维选择性激励射频技术,可以有效地避免在多层扫描时各层之间的射频交叉干扰,同时缩小相位方向上的视野(field of view, FOV)大小、减少相位编码步数、缩短平面回波成像(EPI)回波链长度及回波时间,将卷褶伪影的负面影响降至最低,并减少失真和模糊、减少运动和流动伪影、提高空间分辨率^[12-13, 18-19],使整体的图像质量得到改善。在客观评价定量比较中,Z-DWI图像的SNR、CR、CNR均高于C-DWI,与Attenberger等^[15]的研究结果相一致。亦有研究报道Z-DWI技术在甲状腺^[20]和胃癌^[21]成像中较C-DWI相比提供了更好的图像质量改进并且提高了诊断信心。因此Z-DWI相较于采用SS-EPI技术的C-DWI技术具有更好的磁场均匀性、更少的图像失真和磁化伪影、更高的空间分辨率,从而使DWI在胸部成像方面具有较大的潜力。

在本研究中,C-DWI和Z-DWI的扫描层厚、定位、b值等参数均保持一致以获得较高的DWI图像质量和较准确的ADC值。虽然胸部磁共振扩散成像的最佳b值还有待确定,但随着b值的增加,对扩散效应的敏感性增加,图像失真会更大。以往研究人员使用过不同的b值集进行过研究,例如0和800 s/mm²,0和600 s/mm²,0和1000 s/mm²^[22-24]。Abdel Razek等^[25]建议b值大于500 s/mm²以避免灌注的影响,建议b值小于1000 s/mm²以获得更好的胸部MRI信噪比。因此笔者采用b值0和800 s/mm²进行研究,以获得较高的图像质量和较准确的ADC值。由于ADC值的再现性是比较不同技术时的主要关注点,因此笔者对肺癌常见的几种病理类型进行了

两种DWI序列ADC值的比较。发现在腺癌组、鳞癌组Z-ADC均值低于相应组C-ADC均值,差异有统计学意义。这与东强等^[21]在胃癌C-DWI与Z-DWI技术评估ADC值的结果相一致,笔者认为这可能是因为C-DWI图像分辨率低,部分容积效应明显,并且EPI序列的固有磁敏感伪影、化学位移伪影、几何畸变和图像分辨率差等^[26]缺点,容易使ADC值的测量受到影响。而Z-DWI在缩小FOV的同时对采集矩阵保证最大,提高了图像分辨率以及图像细节的显示能力,对病灶的显示变形程度小,病灶显示的图像质量得到了一定的改善,从而使测得的ADC值更加的准确。然而Sim等^[27]研究Z-DWI在鉴别胆管远端良恶性狭窄中的应用时,发现与C-DWI获得的ADC值相比,两组ADC值差异没有统计学意义,但在良恶性鉴别方面Z-DWI与C-DWI相比提供了更高的AUC值和敏感度,并显示了较高的一致性。这些发现同样提示了Z-DWI可能具有更准确的ADC值,但同时还需要更多的病例进一步研究。

尽管目前肺癌的治疗取得了一些进展,但一些组织学类型、肿瘤细胞分化程度较差仍然预示着不良的预后^[28]。因此,在术前通过可靠的成像方式来预测肿

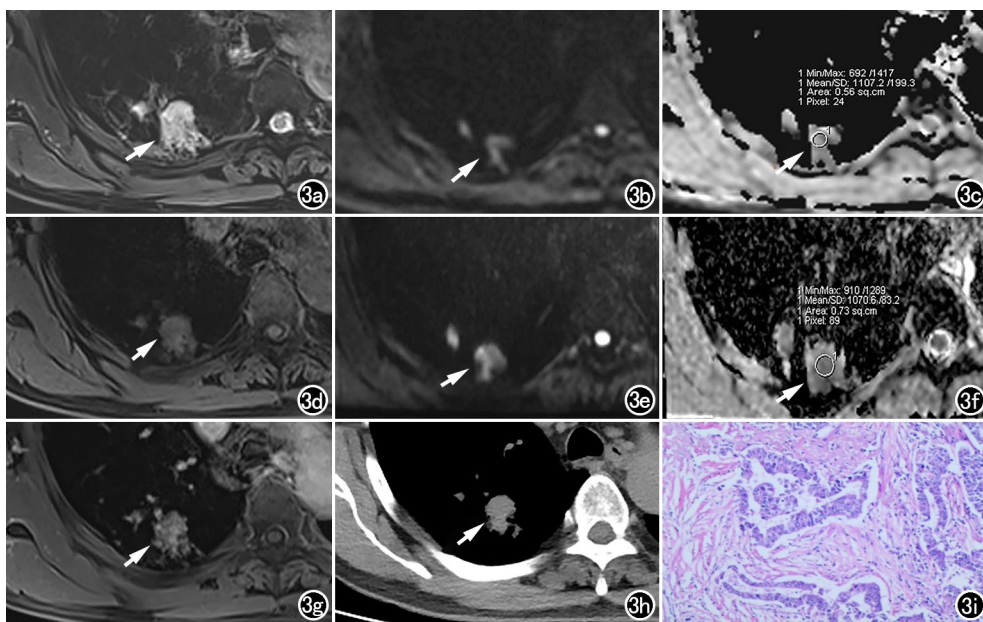


图3 男,64岁,右肺上叶占位,病理提示浸润性腺癌(腺泡+实体+乳头亚型)。a)自由呼吸T₂压脂横轴面示病灶边缘不规则似见多发分叶(箭),病变大小约2.2 cm×2.5 cm,信号呈混杂高信号;b、c)分别为C-DWI图像DWI(b=800 s/mm²)图及ADC图像,图像失真较大,评分2分,ADC值 $(1.107 \pm 0.199) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;e、f)分别为Z-DWI图像DWI(b=800 s/mm²)图及ADC图像,可见图像模糊和失真更小,边界较清晰,病灶扩散受限明显,图像质量优于常规DWI,评分4分,ADC值 $(1.071 \pm 0.083) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;d、g)分别为T₁平扫呈混杂低信号和增强病灶不均匀强化;h)CT纵膈窗示右肺上叶软组织肿块;i)病理提示浸润性腺癌(HE,×200)。

瘤组织学类型以及分化程度有助于评估患者的预后。不同组织类型及分化程度的肿瘤细胞密度、生长排列方式、细胞外间隙和细胞膜结构等的改变都会导致水分子运动受限,ADC值有所差别,以往研究^[29,30]也显示了在不同组织学类型或分化程度中肿瘤病灶ADC

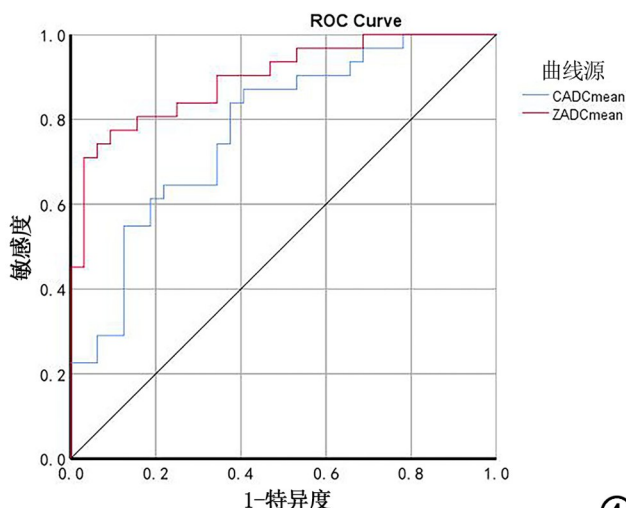


图4 C-ADC、Z-ADC值用于诊断中高分化、低分化肺癌的ROC曲线,曲线下面积分别为0.776、0.897。

值的差异。因此提示ADC值也可能反映了肺肿瘤的内部特征。在本研究中,三种肺癌组织学类型的Z-ADC值两两比较均有显著的差异,而C-ADC值仅在小细胞癌和鳞癌、腺癌的比较中显示出了显著差异,此外本研究还显示,Z-ADC值在鉴别中高分化肿瘤中较C-ADC值具有更大的AUC值和更高的特异度,可能是因为Z-ADC值比C-DWI更加敏感^[31],提示Z-ADC值可能在鉴别肺癌不同组织学类型及分化程度中具有更好的应用价值。此外,作为无创性的诊断方法,对于有禁忌症而无法进行有创活检的肺癌患者,胸部MRI有望作为补充手段进行术前诊断,为治疗方案的选择提供依据。

当然本研究有一定局限性。首先,Z-DWI成像对于特定结构成像具有优势,

比如病灶的成像,但对视野之外病变的检测和评估是有限的,比如纵膈内淋巴结的转移,如果将Z-DWI纳入临床常规检查,可能会对视野之外的病灶遗漏。因此,在临床常规中实施Z-DWI序列需要额外的序列对周围结构进行评估,可能导致更长的扫描时间。其次,关于最佳的DWI技术和图像分析程序,包括感兴趣区(ROI)放置的大小和位置,在以往文献中没有共识,这不可避免的会造成一定的测量误差。此次研究的样本量有限,并且病变类型方面只纳入了腺癌、鳞癌和小细胞癌,未对其他类型肿瘤或者良性病变进行比较,未来还需要进一步扩大样本量,纳入更多的病变类型,验证本研究的结果。

总而言之,本研究显示ZooMit-DWI成像技术在肺癌成像中,较C-DWI序列具有更好的图像质量及ADC值测量的稳定性。且ZooMit-DWI序列有助于肺癌不同病理亚型及组织分化程度的鉴别诊断。

参考文献:

- [1] Siegel R, Ma J, Zou Z, Jemal A. Cancer statistics, 2014[J]. CA Cancer J Clin. 2014, 64(1):9-29.
- [2] Stupp R, Monnerat C, Turrissi AT 3rd, et al. Small cell lung cancer

- er; state of the art and future perspectives[J]. Lung Cancer, 2004, 45(1): 105-117.
- [3] Kim HS, Lee KS, Ohno Y, et al. PET/CT versus MRI for diagnosis, staging, and follow-up of lung cancer[J]. J Magn Reson Imaging, 2015, 42(2): 247-260.
 - [4] Harders SW, Balyasnikowa S, Fischer BM. Functional imaging in lung cancer[J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2014, 34(5): 340-355.
 - [5] Zhang Y, Qin Q, Li B, et al. Magnetic resonance imaging for N staging in non-small cell lung cancer: A systematic review and meta-analysis[J]. Thoracic Cancer, 2015, 6(2): 123-132.
 - [6] Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging[J]. Radiology, 1988, 168(2): 497-505.
 - [7] Shin KE, Yi CA, Kim TS, et al. Diffusion-weighted MRI for distinguishing non-neoplastic cysts from solid masses in the mediastinum: problem-solving in mediastinal masses of indeterminate internal characteristics on CT[J]. Eur Radiol, 2014, 24(3): 677-684.
 - [8] Luna A, Martin T, Sanchez-Gonzalez J. Diffusion-weighted imaging in the evaluation of lung, mediastinum, heart, and chest wall [M]// Luna A, Ribes R, Soto JA. Diffusion MRI outside the brain. Berlin: Springer, 2012: 279-306.
 - [9] 江慎林, 龚良庚, 周战梅, 等. DWI 联合 CT 对肺内良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2020, 35(9): 1117-1121.
 - [10] Usuda K, Iwai S, Yamagata A, et al. Relationships and qualitative evaluation between diffusion-weighted imaging and pathologic findings of resected lung cancers[J]. Cancers, 2020, 12(5): 1194.
 - [11] 冯会, 时高峰, 刘辉, 等. 自由呼吸 Star-VIBE 序列动态增强 MRI 联合 DWI 在孤立性肺结节诊断中的应用[J]. 放射学实践, 2020, 35(7): 855-859.
 - [12] Blasche M, Riffel P, Lichy M. TimTX True-Shape and syngo ZOOMit technical and practical aspects [EB/OL]. (2013-02-28) [2017-01-10]. Siemens Healthcare website. static.healthcare.siemens.com/siemens_hwem-hwem_sxxa_websites-context-root/wcm/idc/groups/public/@global/@imaging/@mri/documents/download/mdaw/mtiw/~edisp/timtx_trueshape_and_syngo_zoomit_aspects-00118051.pdf.
 - [13] Riffel P, Michael HJ. Improved echo planar diffusion-weighted imaging of the head and neck using syngo ZOOMit [EB/OL]. (2013-02-28) [2017-01-10]. Siemens Healthcare website. static.healthcare.siemens.com/siemens_hwemhwem_sxxa_websites-context-root/wcm/idc/groups/public/global/@imaging/@mri/documents/download/mdaw/odcy/~edisp/improved_echo_planar_dwi_of_the_head-00555417.pdf.
 - [14] Liney GP, Holloway L, Al Harthi TM, et al. Quantitative evaluation of diffusion-weighted imaging techniques for the purposes of radiotherapy planning in the prostate[J]. Br J Radiol, 2015, 88(1049): 20150034.
 - [15] Attenberger UI, Rathmann N, Sertdemir M, et al. Small field-of-view single-shot EPI-DWI of the prostate: evaluation of spatially-tailored two-dimensional radiofrequency excitation pulses[J]. Z Med Phys, 2016, 26(2): 168-176.
 - [16] Riffel P, Michael HJ, Morelli JN, et al. Zoomed EPI-DWI of the pancreas using two-dimensional spatially-selective radiofrequency excitation pulses[J]. PLoS One, 2014, 9(3): e89468.
 - [17] He YL, Hausmann D, Morelli JN, et al. Renal zoomed EPI-DWI with spatially-selective radiofrequency excitation pulses in two dimensions[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(10): 1773-1777.
 - [18] Rieseberg S, Frahm J, Finsterbusch J. Two-dimensional spatially-selective RF excitation pulses in echo-planar imaging[J]. Magn Reson Med, 2002, 47(6): 1186-1193.
 - [19] Pfeuffer J, van de Moortele PF, Yacoub E, et al. Zoomed functional imaging in the human brain at 7 Tesla with simultaneous high spatial and high temporal resolution[J]. Neuroimage, 2002, 17(1): 272-286.
 - [20] 何珍珍, 周清清, 余玉盛, 等. 基于常规 DWI 和 ZOOMit DWI 技术对甲状腺图像质量的对比评估[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2020, 26(4): 324-328.
 - [21] 东强, 徐青, 郭溪, 等. ZOOMit DWI 与常规 DWI 技术在胃癌评估中的初步比较[J]. 临床放射学杂志, 2021, 40(3): 511-516.
 - [22] Nomori H, Cong Y, Sugimura H, et al. Comparing diffusion weighted imaging and positron emission tomography for pulmonary nodules measuring from 1 to 3 cm in size[J]. Surg Today, 2015, 45(12): 1535-1541.
 - [23] Cakmak V, Ufuk F, Karabulut N. Diffusion-weighted MRI of pulmonary lesions: comparison of apparent diffusion coefficient and lesion-to-spinal cord signal intensity ratio in lesion characterization[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(3): 845-854.
 - [24] Gümüştaş S, Inan N, Akansel G, et al. Differentiation of malignant and benign lung lesions with diffusion-weighted MR imaging[J]. Radiol Oncol, 2012, 46(2): 106-113.
 - [25] Abdel Razek AAK. Diffusion magnetic resonance imaging of chest tumors[J]. Cancer Imaging, 2012, 12(3): 452-463.
 - [26] Attenberger UI, Morelli J, Budjan J, et al. Fifty years of technological innovation: potential and limitations of current technologies in abdominal Magnetic resonance imaging and computed tomography[J]. Invest Radiol, 2015, 50(9): 584-593.
 - [27] Sim KC, Park BJ, Han NY, et al. Efficacy of ZOOMit coronal diffusion-weighted imaging and MR texture analysis for differentiating between benign and malignant distal bile duct strictures[J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45(8): 2418-2429.
 - [28] Travis WD, Brambilla E, Nicholson AG, et al. The 2015 World Health Organization Classification of Lung Tumors: Impact of Genetic, Clinical and Radiologic Advances Since the 2004 Classification[J]. J Thorac Oncol, 2015, 10(9): 1243-1260.
 - [29] Winfield JM, Orton MR, Collins DJ, et al. Separation of type and grade in cervical tumours using non-mono-exponential models of diffusion-weighted MRI[J]. Eur Radiol, 2017, 27(2): 627-636.
 - [30] Matoba M, Tonami H, Kondou T, et al. Lung carcinoma: diffusion-weighted mr imaging—preliminary evaluation with apparent diffusion coefficient[J]. Radiology, 2007, 243(2): 570-577.
 - [31] Yıldırım İO, Sağlık S, Çelik H. Conventional and ZOOMit DWI for evaluation of testis in patients with ipsilateral varicocele[J]. Am J Roentgenol, 2017, 208(5): 1045-1050.

(收稿日期: 2021-10-29 修回日期: 2022-04-06)