

论 著

四肢软组织肿瘤合成磁共振图像与常规磁共振图像质量对比的初步研究*

邵楠楠¹ 林松² 王立峰¹
孟帆¹ 袁辉¹ 许春苗^{1,*}

1.郑州大学附属肿瘤医院(河南省肿瘤医院)医学影像科(河南郑州450008)

2.河南省骨科医院骨科(河南郑州450008)

【摘要】目的 探讨四肢软组织肿瘤合成磁共振图像与常规磁共振图像质量比较。方法 回顾性分析2021年12月至2023年1月于河南省肿瘤医院行同时行合成磁共振及常规磁共振扫描的四肢软组织肿瘤患者40例。Kappa分析两名医师主观评分一致性；比较合成磁共振与常规序列图像清晰度、图像伪影评分和肿瘤最长径差异。结果 两名医师对图像清晰度、图像伪影评分和肿瘤轴位最大径测量均一致性良好(Kappa值均 >0.600)。Syn T₁WI、con-T₁WI序列图像清晰度比较, Syn T₂WI、con-T₂WI I序列图像清晰度比较, 差异均无统计学意义($P=1.000$, 0.083)。Syn T₂STIR与con-dixon-water-T₂WI序列图像清晰度比较, 差异有统计学意义($P=0.025$)。Syn T₁WI、con-T₁WI序列图像伪影评分比较, Syn T₂WI、con-T₂WI图像伪影评分比较, 差异均无统计学意义($P=0.070$, 0.056)。Syn T₂STIR、con-dixon-water-T₂WI图像伪影评分比较, 差异有统计学意义($P=0.023$)。合成磁共振成像测得肿瘤长径均值(63.21 ± 37.90)mm, 常规序列测得肿瘤长径均值(63.13 ± 36.92)mm, 二者图像所测得肿瘤长径差异无统计学意义($t=0.009$, $P=0.992$)。结论 合成磁共振成像对四肢软组织肿瘤显示清晰, 大小测量与常规序列一致, Syn T₁WI、Syn T₂WI具有较好的图像质量, Syn T₂STIR图像清晰度略差于常规压脂序列, 伪影较常规序列明显, 有待改善。

【关键词】合成磁共振成像；图像清晰度；图像伪影；肿瘤轴位最大径

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河南省医学科技攻关计划(联合共建)项目(LHGJ20190662)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.053

A Preliminary Comparative Study on the Quality of Synthetic and Routine Magnetic Resonance Images in Soft Tissue Tumors of Limbs*

SHAO Nan-nan¹, LIN song², WANG Li-feng¹, MENG Fan¹, YUAN Jun-hui¹, XU Chun-miao^{1,*}.

1.Department of Medical Imaging, the Affiliated Cancer Hospital of Zhengzhou University & Henan Cancer Hospital, Zhengzhou 450008, China

2.Department of Orthopedics, Henan Provincial Orthopaedic Hospital, Zhengzhou 450008, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To compare the quality of synthetic and routine magnetic resonance images in soft tissue tumors of limbs. **Methods** A retrospective analysis was performed on the 40 patients with soft tissue tumors of limbs who underwent synthetic and routine magnetic resonance scans in Henan Cancer Hospital between December 2021 and January 2023. The consistency of subjective scores by the two physicians was analyzed by Kappa value. The images resolution, scores of image artifacts and the maximum tumor diameter by synthetic magnetic resonance and routine sequence were compared. **Results** There was good consistency in image resolution, image artifacts and the maximum tumor diameter by the two physicians (Kappa value >0.600). There was no significant difference in images resolution between Syn T₁WI and con-T₁WI sequences or between Syn T₂WI and con-T₂WI sequences ($P=1.000$, 0.083), but there were significant differences between Syn T₂STIR and con-dixon-water-T₂WI sequences ($P=0.025$). There was no significant difference in scores of image artifacts between Syn T₁WI and con-T₁WI sequences or between Syn T₂WI and con-T₂WI sequences ($P=0.070$, 0.056), but there were significant differences between Syn T₂STIR and con-dixon-water-T₂WI sequences ($P=0.023$). There was no significant difference in mean tumor diameter between synthetic magnetic resonance and routine sequence [(63.21 $\pm$ 37.90) mm vs (63.13 $\pm$ 36.92) mm; $t=0.009$, $P=0.992$]. **Conclusion** Synthetic magnetic resonance imaging can clearly display soft tissue tumors of limbs, and the size measurement is consistent with that of routine sequence. Syn T₁WI and Syn T₂WI have better images quality. The image resolution of Syn T₂STIR is slightly worse than that of routine lipid-compression sequence, and artifacts are more obvious compared with routine sequence, which needs to be improved.

Keywords: Synthetic Magnetic Resonance Imaging; Image Resolution; Image Artifact; Maximum Axial Diameter of Tumor

四肢软组织肿瘤主要包括脂肪瘤、纤维瘤、血管瘤和淋巴瘤等, 种类较多, 组织类型多样, 临床诊断较为困难。MRI具有较高软组织分辨率, 是四肢软组织肿瘤常用的影像学检查方法^[1-2]。但是由于软组织肿瘤生长具有时间和空间的异质性, 导致常规MRI成像难以有效鉴别组织的良恶性性质。合成磁共振成像是一种新兴的磁共振定量成像技术, 基于多延迟饱和和多回波原理, 1次图像采集可在4~6分钟内获得多个合成对比加权图像及定量弛豫图, 有效缩短扫描时间^[3-4]。目前合成磁共振技术已应用于中枢神经系统、乳腺、前列腺等部位, 但在四肢软组织肿瘤方面研究较少。本研究通过对比分析四肢软组织肿瘤合成MRI图像与常规MRI图像的图像清晰度、伪影两方面差异, 旨在评价合成磁共振图像质量, 从而为合成磁共振在软组织肿瘤的影像诊断的可行性提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析2021年12月至2023年1月于河南省肿瘤医院行同时行合成磁共振及常规磁共振扫描的四肢软组织肿瘤患者40例。其中男23例, 女17例, 年龄11~78(43.65 ± 20.17)岁, 均经病理证实。其中恶性24例(未分化多形性肉瘤13例, 腺泡状软组织肉瘤7例, 去分化脂肪肉瘤1例, 粘液样脂肪肉瘤2例, 粘液纤维肉瘤1例), 良性13例(神经鞘瘤8例, 脂肪瘤1例, 脉管瘤3例, 纤维血管错构瘤1例), 中间性3例(均为非典型性脂肪瘤样肿瘤)。下肢32例(左侧18例, 右侧14例), 上肢8例(右侧2例, 左侧6例)。

纳入标准: 入组对象均于术前进行MRI检查, 且检查前未接受化疗、放疗或其他相关治疗; 无MRI检查禁忌症。排除标准: 存在其他恶性肿瘤; 临床资料不完整。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关伦理准则。

1.2 MRI检查方法及参数 MR扫描采用美国GE Architect 3.0T MR扫描仪, 32通道腹部线圈。扫描序列包括: (1)OAX-T₁WI, 采用快速自旋回波(fast spin echo, FSE)序列, TR 400 ms, TE min full ms, FOV 38cm $\times$ 38cm, 层厚5mm, 层间隔1mm。(2)AX-T₂WI, 采用FSE-FLEX序列, TR 3000ms, TE 85ms, FOV 38cm $\times$ 38cm, 层厚5mm, 层间隔1mm。(3)OAX-MUSE-DWI, TR 3606ms, TE min full ms, FOV 38cm $\times$ 38cm, 层厚5mm, 层间隔1mm。(4)合成磁共振采用magic序列, OAX-magic

【第一作者】邵楠楠, 女, 主治医师, 主要研究方向: 肿瘤影像学诊断。E-mail: snn_001866@126.com

【通讯作者】许春苗, 女, 主任医师, 主要研究方向: 肿瘤影像学诊断。E-mail: xcm-1977@163.com

序列，采用多延迟多回波序列，自动设定TR值，TE 13.5 ms，自动设定TI值，FOV 34 cm×34cm，层厚5 mm，层间隔0.5 mm。
(5)SAG-T₂WI，采用FSE序列，TR 2950ms，TE 102ms，FOV 36cm×36cm，层厚5mm，层间隔0.5mm。

1.3 图像处理方法 由2名具有10年以上骨肌系统肿瘤诊断经验的放射科医师独立阅片，采用盲法评价图像清晰度、图像伪影并测量轴位图像肿瘤最大径。两名观察者共同分析5例患者对评分标准达成共识后独立阅片。将常规序列T₁FSE、T₂-dixon扫描所获图像及合成磁共振重建的Syn T₁WI、Syn T₂WI、Syn STIR定量图像进行图像清晰度分析及伪影评价，并测量肿瘤轴位最大径。

1.4 图像清晰度分析^[5] 对6组图像肿瘤最大层面的边缘清晰度进行评分：1分，无明确界限；2分，大部分边界模糊；3分，50%左右边界模糊；4分，大部分边界清晰；5分，边界十分清晰。图像伪影评价：对6组图像伪影进行分析，包括伪影类型及评分，伪影严重程度评分：1分，伪影严重无法诊断；2分，伪影有2处或以上，较难作出准确诊断；3分，伪影有2处或以上，可做出明确诊断；4分，有且仅有1处伪影，可做出明确诊断；5分，无伪影。

1.5 统计学分析 采用SPSS 20.0统计分析软件。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示。采用加权Kappa检验、组内相关系数分析2名医师主观评分的一致性，0.7≤Kappa<1认为一致性良好，0.4≤Kappa<0.7为一致性中等，Kappa<0.4为一致性差；Kappa≥0.75为一致性极好，Kappa<0.4认为一致性差。采用Kolmogorov-Smimov检验进行正态性检验，Levene检验进行方差齐性检验。采用Kruskal-Wallis H检验比较合成磁共振与常规

序列获得图像的整体清晰度评分、伪影评分主观评分分布差异，P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两名医师主观评分一致性 两名医师对合成磁共振及常规序列图像清晰度、伪影主观评分的一致性如下：(1)图像清晰度：合成磁共振三组重建序列Kappa值分别为0.844、0.883、0.712，两名医师一致性极好；常规序列Kappa值分别为0.851、0.851、0.649，两名医师一致性极好、中等。(2)图像伪影：合成磁共振三组重建序列Kappa值分别为0.873、0.752、0.855，两名医师一致性极好；常规序列Kappa值分别为0.804、0.808、0.711，两名医师一致性极好。(3)肿瘤轴位最大径测量：合成磁共振、常规序列两名医师所测得肿瘤轴位最大径ICC值分别为0.797、0.778，两名医师一致性强。

2.2 合成磁共振与常规序列图像清晰度比较 Syn T₁WI、con-T₁WI序列图像清晰度比较，Syn T₂WI、con-T₂WI I序列图像清晰度比较，差异均无统计学意义(P=1.000、0.083)，Syn T₂STIR与con-dixon-water-T₂WI序列图像清晰度比较，差异有统计学意义(P=0.025)。见表1。

2.3 合成磁共振与常规序列图像伪影评分比较 Syn T₁WI、con-T₁WI序列图像伪影评分比较，Syn T₂WI、con-T₂WI图像伪影评分比较，差异均无统计学意义(P=0.070、0.056)，Syn T₂STIR、con-dixon-water-T₂WI图像伪影评分比较，差异有统计学意义(P=0.023)。见表2。

表1 合成磁共振成像与常规序列图像清晰度评分[例(%)]

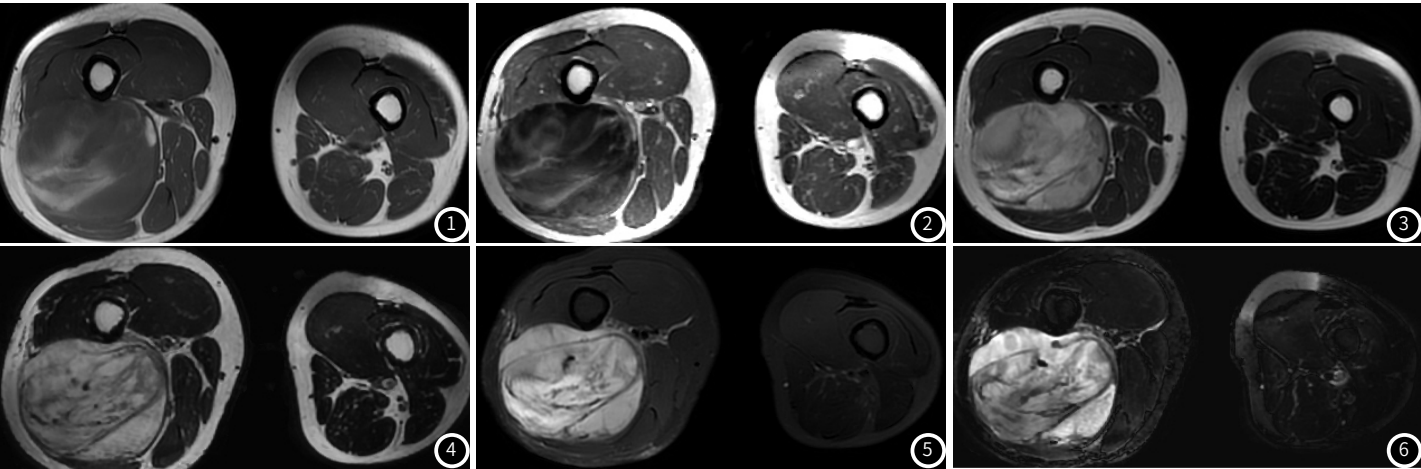
评分	Syn T ₁ WI	con-T ₁ WI	Syn T ₂ WI	con-T ₂ WI	Syn T ₂ STIR	con-dixon-water-T ₂ WI
3分	0(0)	2 (5.00%)	3(7.50%)	2(5.00%)	0(0)	0(0)
4分	4 (10.00%)	0 (0)	5(12.50%)	0(0)	7(17.50%)	2(5.00%)
5分	36(90.00%)	38(95.00%)	32(80.00%)	38(95.00%)	33(82.50%)	38(95.00%)
Z	0.000		-1.732		-2.236	
P	1		0.083		0.025	

表2 合成磁共振成像与常规序列图像伪影评分[例(%)]

评分	Syn T ₁ WI	con-T ₁ WI	Syn T ₂ WI	con-T ₂ WI	Syn T ₂ STIR	con-dixon-water-T ₂ WI
1分	1(2.50%)	0(0)	1(2.50%)	0(0)	1(2.50%)	0(0)
3分	3(7.50%)	0(0)	7(17.50%)	0(0)	8(20.00%)	0(0)
4分	6 (15.00%)	6 (15.00%)	3(7.50%)	9(22.50%)	7(17.50%)	14(35.00%)
5分	30(75.00%)	34(85.00%)	29(72.50%)	31(77.50%)	24(60.50%)	26(65.00%)
Z	-1.812		-1.915		-2.275	
P	0.700		0.056		0.023	

2.4 肿瘤最长径比较 合成磁共振成像测得肿瘤长径均值(63.21±37.90)mm，常规序列测得肿瘤长径均值(63.13±36.92)mm，二者图像所测得肿瘤长径差异无统计学意义(t=0.009，P=0.992)。

2.5 典型病例 56岁男性，粘液样脂肪肉瘤。图1~图6分别为con-MRI-T₁WI、Syn T₁WI、con-MRI-T₂WI、Syn T₂WI、con-dixon-water-T₂WI、Syn T₂STIR下序列图。Syn T₂STIR图像清晰度略差于常规压脂序列，伪影较常规序列明显。



3 讨 论

合成磁共振成像是指使用定量磁共振扫描分析获得每个体素的T1、T2、质子密度(proton desity, PD)这些磁共振定量组织参数后,利用磁共振信号公式生成各类常见不同对比度的磁共振图像的方法^[6]。基于多个延迟多回波(multiple-deplay multiple echo, MDME)序列原理,合成磁共振技术在不同TR内施加4个120°饱和脉冲,同时进行双回波采集,共生成8组对比图像。合成磁共振技术中的多饱和脉冲可定量组织的T1,进而得到T1定量图;多回波采集可定量T2,进而得到T2定量图。获得组织T1值后,可计算出射频场的大小,即B1值。将T1、T2、B1值代入信号强度计算公式,可得到组织的磁化矢量M0值,进而获得PD定量图。已知T1、T2、B1及PD值后,通过相应的后处理软件,即可得到基于自旋回波序列任意对比的图像^[7]。目前合成磁共振技术已应用于中枢神经系统、乳腺和直肠等部位^[8-10],郑作锋等的研究^[11]显示,其在中枢神经系统的图像质量,对解剖和形态特征显示与常规序列相似。在本研究中Syn T₁WI与con-T₁WI、Syn T₂WI与con-T₂WI序列图像清晰度评分无明显差异,与以上研究相似。本研究中合成磁共振图像清晰度4、5分比率略高于中枢神经系统图像清晰度评分,究其原因可能与四肢软组织组织成分差异较大,对比明显,易于分辨其边界有关。

软组织肿瘤的边界认定,大小的测量对软组织肿瘤治疗方案的制定,尤其是手术方式的选择至关重要,同时严重影像患者生存期及生活质量^[12-14]。因此选择合适的方法对软组织肿瘤实现准确测量很有必要。MRI软组织分辨率高,可以较为清晰显示肿瘤边界、累及范围及反应区域,因此是软组织肿瘤术前重要的检查方式。本研究中合成磁共振重建出的Syn T₁WI、Syn T₂WI及Syn STIR相互结合测得肿瘤的最大径与常规序列所测得最大径无明显差异,可以考虑,合成磁共振成像可以清晰判断肿瘤的边界,满足四肢软组织肿瘤的临床需求。

合成磁共振技术在约6min完成一次成像通过软件重建出多种对比图像,明显缩短扫描时间,有利于因疼痛不能长时间配合扫描的肿瘤患者中,例如四肢软组织肿瘤、脑部肿瘤等疾病中完成扫描,提高扫描成功的几率^[15-16]。本研究中合成磁共振重建图像与常规序列图像伪影评分无差异,但出现评分1分伪影严重病例及3分伪影有2处或以上的病例,分析图像发现伪影多出现于左大腿前内侧区域,病变位于该区域附近时明显,可能与肿瘤或周围水肿导致电介质增加有关,电介质增加严重干扰对B1射频场,致使B1场不均匀,射频脉冲的翻转角不一致,最终图像上产生不均一的信号强度,信号强度受影响的区域在进行合成图像生成的时候,容易在拟合过程中产生坏点,形成信号的缺失。

综上所述,合成磁共振成像对四肢软组织肿瘤显示清晰,大小测量与常规序列一致, Syn T₁WI、Syn T₂WI具有较好的图像质量,伪影评分与常规序列无明显差异,具有一定临床应用价值, synT2STIR局部出现拟合错误,图像质量有待进一步提高。本研究不足之处在于样本量偏少,尤其是上肢病例较少,在后续研究中继续增加样本量,进一步探讨拟合失误出现原因及解决方案。

参考文献

- [1] 王玉丽,刘宸溪,付文利,等.多层螺旋CT与磁共振弥散加权成像检查在肢体软组织肿瘤诊断中的比较分析[J].中国医学装备,2022,19(8):43-47.
- [2] 刘鸿利,徐磊,时寅,等.基于MDM2基因扩增状态比较四肢软组织脂肪瘤与非典型性脂肪瘤性肿瘤的MRI特征[J].实用放射学杂志,2023,39(7):1147-1151.
- [3] Lee SM, Cho HH, You SK, et al. Time-saving synthetic magnetic resonance imaging protocols for pediatric neuroimaging: impact of echo train length and bandwidth on image quality[J]. Pediatr Radiol, 2022, 52(12): 2401-2412.
- [4] Qian E, Poojar P, Vaughan JT Jr, et al. Tailored magnetic resonance fingerprinting for simultaneous non-synthetic and quantitative imaging: a repeatability study[J]. Med Phys, 2022, 49(3): 1673-1685.
- [5] Kataoka M, Ueda H, Koyama T, et al. Contrast-enhanced volumetric interpolated breath-hold examination compared with spin-echo T1-weighted imaging of head and neck tumors[J]. AJR Am J Roentgenol, 2005, 184(1): 313-9.
- [6] 姚婷语,李建婷,武文奇,等.合成MRI技术研究基于弛豫时间的脑恶性肿瘤异质性[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(1):15-17.
- [7] 刘雅文,牛海军,尹红霞,等.合成MRI与传统定量方法对T1、T2弛豫值测定的模体验证对比研究[J].磁共振成像,2022,13(4):89-93.
- [8] Ma L, Lian S, Liu H, et al. Diagnostic performance of synthetic magnetic resonance imaging in the prognostic evaluation of rectal cancer[J]. Quant Imaging Med Surg, 2022, 12(7): 3580-3591.
- [9] 马文辉,王云玲,罕迦尔别克·库锐,等.合成磁共振技术联合T1-MPRAGE序列在帕金森病患者尾状核改变中的探讨[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(5):168-170.
- [10] 余雪燕,周智鹏,童秋云,等.合成MRI鉴别乳腺良恶性及预测乳腺癌淋巴结转移的应用价值[J].临床放射学杂志,2023,42(2):244-251.
- [11] 郑作锋,张东坡,毛磊,等.颅脑集成MRI与常规MRI图像质量的对比研究[J].磁共振成像,2019,10(5):361-365.
- [12] 王向明,鱼锋.骨与软组织肿瘤术前穿刺活检准确率相关因素分析[J].中国矫形外科杂志,2019,27(17):1615-1617.
- [13] 丁治民,翟建,陈基明,等.基于常规MRI纹理分析技术鉴别良恶性软组织肿瘤[J].放射学实践,2020,35(4):532-537.
- [14] 冯瑶杰,瞿姣,危春容,等.骨外尤文肉瘤/外周原始神经外胚层肿瘤的CT及MRI表现[J].放射学实践,2020,35(7):900-904.
- [15] 鹿娜,李春媚,李淑华,等.基于合成磁共振成像技术的帕金森病患者全脑体积值及弛豫值研究[J].磁共振成像,2021,12(4):1-5,29.
- [16] 方昕,韦超,李信响,等.磁共振成像三种增强序列对骨和软组织病变增强效果的比较研究[J].中国医学装备,2023,20(2):24-29.

(收稿日期:2023-10-26)

(校对编辑:韩敏求)