

论 著

DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平与骨肉瘤患者化疗效果的相关性*

祝高磊^{1*} 魏慧娟² 张建保¹
刘祥龙³ 冯 谊¹ 袁军辉⁴1.郑州市骨科医院放射科(河南 郑州 450052)
2.郑州人民医院影像科(河南 郑州 450003)
3.河南科技大学临床学院(河南 洛阳 471000)
4.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)

【摘要】目的 探究动态增强磁共振(DCE-MRI)定量参数及血清长链非编码RNA小核仁RNA宿主基因6(LncRNA SNHG6)水平与骨肉瘤患者化疗效果的相关性。方法 收集2020年6月至2023年12月于我院收治的76例骨肉瘤患者作为研究组,另按照1:1原则选择同期76名健康体检者作为对照组,比较两组、研究组化疗效果[细胞外血管外空间的体积分数(V_e)、转运常数(K^{trans})、速率常数(K_{ep})]及血清LncRNA SNHG6水平,分析各指标与化疗效果相关性,绘制ROC进行效能分析。结果 研究组治疗前、后 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清LncRNA SNHG6水平高于对照组($P<0.05$);反应良好者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清LncRNA SNHG6水平低于反应不良者($P<0.05$);研究组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清LncRNA SNHG6水平与化疗效果呈正相关($P<0.05$);治疗后 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清LncRNA SNHG6水平联合诊断骨肉瘤患者反应不良的AUC为0.868,最佳敏感度、特异度为95.00%、78.57%,明显优于各指标单独诊断。结论 骨肉瘤化疗反应不良者DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平异常表达,与化疗效果均呈正相关,且其联合诊断骨肉瘤患者化疗反应不良具有良好参考价值,有助于临床及时调整化疗方案,改善患者预后。

【关键词】骨肉瘤;动态增强磁共振;
长链非编码RNA;
小核仁RNA宿主基因6;化疗效果;
相关性

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】2021年度河南省科技攻关计划
联合共建项目(LHGJ20210794)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.051

Correlation between Quantitative Parameters of DCE-MRI and Serum LncRNA SNHG6 Level and Chemotherapy Effect in Patients with Osteosarcoma*

ZHU Gao-lei^{1*}, WEI Hui-juan², ZHANG Jian-bao¹, LIU Xiang-long³, FENG Yi¹, YUAN Jun-hui⁴.

1.Department of Radiology, Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, Henan Province, China

2.Department of Imaging, People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

3.Clinical College, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

4.Department of Medical Imaging, the Affiliated Cancer Hospital of Zhengzhou University (Henan Cancer Hospital), Zhengzhou 450008, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the correlation between the quantitative parameters of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) and the level of serum long non coding RNA small nucleolar RNA host gene 6 (LncRNA SNHG6) and the effect of chemotherapy in patients with osteosarcoma. **Methods** A total of 76 patients with osteosarcoma treated in our hospital from June 2020 to December 2023 were selected as the study group, and 76 healthy people were selected as the control group according to the principle of 1:1 in the same period. The effect of chemotherapy [volume fraction of extracellular space (V_e), transport constant (K^{trans}), rate constant (K_{ep})] and the level of serum LncRNA SNHG6 in the two groups and the research group were compared. The correlation between each index and the effect of chemotherapy was analyzed, and the ROC was drawn for efficacy analysis. **Results** The levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e and serum LncRNA SNHG6 in the study group before and after treatment were higher than those in the control group ($P<0.05$); the levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e and serum LncRNA SNHG6 in patients with good response were lower than those in patients with poor response ($P<0.05$); the levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e and serum LncRNA SNHG6 in the study group were positively correlated with the effect of chemotherapy ($P<0.05$); after treatment, the AUC of K^{trans} , K_{ep} , V_e and serum LncRNA SNHG6 level combined in the diagnosis of osteosarcoma was 0.868, and the best sensitivity and specificity were 95.00% and 78.57%, which were significantly better than those of each index alone. **Conclusion** The abnormal expression of DCE-MRI quantitative parameters and serum LncRNA SNHG6 level in patients with osteosarcoma chemotherapy adverse reactions are positively correlated with the effect of chemotherapy, and the combination of DCE-MRI quantitative parameters and serum LncRNA SNHG6 level has good reference value in the diagnosis of osteosarcoma patients with chemotherapy adverse reactions, which is helpful to adjust the chemotherapy scheme in time and improve the prognosis of patients.

Keywords: Osteosarcoma; Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Long Non Coding RNA; Small Nucleolar RNA Host Gene 6; Chemotherapy Effect; Correlation

骨肉瘤是临床常见骨恶性肿瘤性疾病,其发病率较低,但恶性级别偏高,病情发展迅速,早期即可出现血行转移,严重威胁青少年健康及生命安全^[1-2]。原发性恶性骨肿瘤治疗方法较为单一,主要以截止手术为主,但仍有80%患者出现肺部转移,预后较差,对患者身心健康十分不利^[3-4]。近些年,随着术前化疗、临床手术技术等不断进步,骨肉瘤患者5年生存率提升至70%~80%。由于各种原因(肿瘤耐药、术前化疗效果不佳、无法准确评估化疗效果等)导致20%~30%患者预后较差^[5]。当前,临床评估骨肉瘤对化疗敏感度、化疗效果的金标准为肿瘤坏死率,但其价格昂贵、检测时间长、仅能肿瘤切除术后测定,存在一定滞后性。动态增强磁共振(DCE-MRI)可通过显示细胞水平、微血管准确评估肿瘤血管通透性、组织血流灌注情况^[6]。长链非编码RNA(LncRNA)可参与细胞周期、发育分化等多种生物学过程,小核仁RNA宿主基因6(SNHG6)可参与恶性肿瘤发生发展过程,在结肠癌、胃癌等组织内为异常表达水平^[7]。目前,临床关于DCE-MRI定量参数、血清LncRNA SNHG6水平与骨肉瘤患者化疗效果相关性的研究较为少见,故本研究首次分析DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平与骨肉瘤患者化疗效果的相关性,并进一步分析其联合预测预后的价值,以期临床及时调整化疗方案、改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2020年6月至2023年12月收治的76例骨肉瘤患者为研究组,另按照1:1原则选择同期76名健康体检者作为对照组。研究组:男46例,女30例;年龄8~65(36.14±13.26)岁,体质指数(BMI)18.2~23.4(21.34±0.97)kg/m²。对照组:男42例,女34例;年龄7~66(35.98±13.72)岁, BMI 18.4~23.6(21.15±1.06)kg/m²。两

【第一作者】祝高磊,男,主治医师,主要研究方向:骨与关节影像诊断。E-mail: zhugaolei001@163.com

【通讯作者】祝高磊

组基线资料均衡可比($P>0.05$)。
纳入标准：(1)研究组经病理活检确诊为原发性骨肉瘤；(2)均为首次就诊，化疗前未接受任何治疗；(3)非哺乳期、妊娠期女性；(4)无钆对比剂使用禁忌证。排除标准：(1)并发性慢性疾病；(2)存在病理骨折；(3)存在肺部转移。

1.2 检测方法

1.2.1 DCE-MRI检查方法 研究组均在接受化疗前、后使用3.0T MR仪(西门子Magnetom Skyra)及膝关节线圈进行检查。采用扰相梯度回波快速3D-DYNA-MIC序列于T1WI矢状位行连续多期动态增强扫描，序列参数：反转角度分别设置为 5° 、 15° ，FOV 250 mm $\times$ 250 mm，恢复时间、重复时间分别为2.0 ms、4.0 ms、层厚、层间距分别为3.5 mm、0 mm，第5期结束后高压注射器团注Gd-DTPA对比剂(0.1 mmol/kg, 2.5 mL/s)并使用生理盐水(20 mL，速率2.5 mL/s)冲管，共扫描80期，每期采集图像24幅，扫描时间4.7 s，共采集1920幅图像。使用GE Healthcare血流动力学软件对图像数据进行分析，以股动脉为参考血管并勾画动脉输入函数，选择Extended Toftslinear血流动力学模型。在与瘤段病理组织切片对应的正中矢状位影像层面建立坐标系，按照瘤段切片分割的组织块样本定位并等比例勾画感兴趣区(ROI)(1 cm $\times$ 1 cm)后将各ROI内定量参数容量转移常数(K^{trans})、血管外细胞外间隙容积分数(v_e)、速率常数(K_{ep})进行测量并详细记录。同1个数值重复测量3次，取平均值为最终数据。

1.2.2 血清LncRNA SNHG6检测方法 分别于受检者化疗前、后采集6 ml空腹静脉血，离心15 min，离心半径6 cm，获得血清，保存在-80 $^{\circ}$ C冰箱内。在血清中加入TrizolLS试剂(3倍体积)，振荡，静置5 min，离心，得上清液，在上清液中加入三氯甲烷(0.2~0.3 mL)，震荡10 s后静置5 min，离心15 min，得上清液。将上清液移入无RNA酶的离心管中，后加入等体积的异丙醇混匀，静置20 min，离心，得沉淀物，再加入乙醇，离心得沉淀物，再次离心，去上清液，干燥2 min(室温)后加入去离子水(10 μ l)，将获得的RNA提取液保存于-80 $^{\circ}$ C冰箱内。取出总RNA(2 μ l)，应用微量核酸测定仪检测RNA吸光度值，吸光度值范围：1.8~2.0。应用SYBRPremixExTaq

逆转录试剂盒将总RNA反转录为cDNA溶液，对cDNA溶液进行PCR扩增反应，应用 $2^{-\Delta\Delta CT}$ 法计算LncRNA SNHG6相对表达量，计算公式： $\Delta CT = \Delta CT_{目标} - \Delta CT_{内参}$ 。LncRNA SNHG6引物序列目的基因引物序列上游、下游分别为5'-ATACTTCTGCTTCGTACCT-3'、5'-CTCATTTCATCATTTGCT-3'。

1.2.3 疗效评估方法 根据TNR分级法^[8]评估新辅助化疗疗效。化疗反应无或较小为I级，对化疗部分反应(部分组织学切片可显示肿瘤存活区域)为II级，化疗反应良好，仅有存活肿瘤细胞的分散灶(TNR $\geq 90\%$)为III级，组织学切片中均无可存活的肿瘤细胞(肿瘤坏死100%)为IV级。反应良好：III级、IV级的组织学反应(TNR $\geq 90\%$)；反应不良：I、II级的组织学反应(TNR $< 90\%$)。

1.3 统计学分析 采用SPSS 26.0软件处理数据，计量资料行呈方差齐性、近似服从呈正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示、t检验；Pearson分析 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平与化疗效果的相关性，ROC曲线评估DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平单一及联合诊断化疗效果的价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平 研究组治疗前、后的 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平高于对照组，差异显著($P<0.05$)。见表1、图1。

表1 比较两组DCE-MRI定量参数、血清LncRNA SNHG6水平

组别	例数	$K_{ep}(\text{min}^{-1})$	v_e	LncRNA SNHG6	$K^{trans}(\text{min}^{-1})$
研究组					
治疗前	76	0.86 ± 0.37	0.39 ± 0.25	2.37 ± 0.35	0.51 ± 0.49
治疗后	76	0.74 ± 0.39	0.28 ± 0.20	1.86 ± 0.23	0.32 ± 0.21
对照组	76	0.61 ± 0.31	0.19 ± 0.17	0.54 ± 0.11	0.26 ± 0.19
F		9.256	21.561	1084.550	12.125
P		0.000	0.000	0.000	0.000

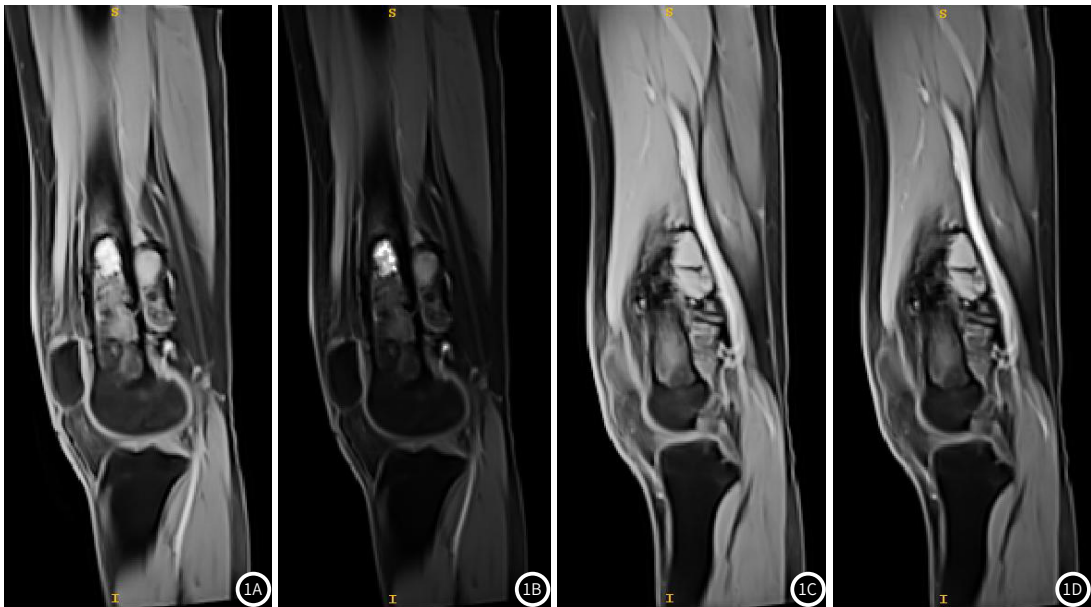


图1A~图1D DCE-MRI定量灌注图。男，14岁，左股骨下段骨肉瘤患者。1A为治疗前DCE-MR矢状位T1抑脂序列图像，可见股骨下段不均匀异常强化影，1B为相同区域治疗后DCE-MRI矢状位T1抑脂序列图像，可见强化程度略降低。1C为治疗前股动脉正中矢状位T1抑脂序列图像，1D为治疗后股动脉正中矢状位T1抑脂序列图像。

2.2 不同治疗效果患者DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平 反应良好者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平低于反应不良者($P<0.05$)；两组治疗前各指标比较无明显差异($P>0.05$)。见表2。

2.3 相关性分析 研究组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水

平与化疗效果(良好=1、不良=2)呈正相关($P<0.05$)。见表3。

2.4 ROC分析 以反应不良者为阳性样本，反应良好者为阴性样本，治疗后 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平联合诊断骨肉瘤患者反应不良的AUC为0.868，最佳敏感度、特异度为95.00%、78.57%，明显优于各指标单独诊断。见表4。

表2 不同治疗效果患者DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平比较

指标	分组	例数	治疗前	治疗后
$K^{trans}(\text{min}^{-1})$	反应良好	56	0.49 ± 0.47	0.29 ± 0.14
	反应不良	20	0.57 ± 0.51	0.40 ± 0.25
	t		0.639	2.413
	P		0.525	0.018
$K_{ep}(\text{min}^{-1})$	反应良好	56	0.85 ± 0.48	0.71 ± 0.19
	反应不良	20	0.89 ± 0.52	0.82 ± 0.24
	t		0.313	2.070
	P		0.755	0.042
v_e	反应良好	56	0.36 ± 0.26	0.23 ± 0.15
	反应不良	20	0.47 ± 0.39	0.42 ± 0.24
	t		1.413	4.109
	P		0.162	0.000
LncRNA SNHG6	反应良好	56	2.34 ± 0.39	1.43 ± 0.25
	反应不良	20	2.45 ± 0.48	3.06 ± 0.37
	t		1.018	21.905
	P		0.312	0.000

表3 相关性分析

指标	化疗效果	
	r	P
K^{trans}	0.543	<0.001
K_{ep}	0.672	<0.001
v_e	0.554	<0.001
LncRNA SNHG6	0.619	<0.001

表4 ROC分析

指标	AUC	95%CI	cut-off值	敏感度(%)	特异度(%)	P
K^{trans}	0.691	0.673~0.709	$>0.32 \text{ min}^{-1}$	65.00	73.21	<0.001
K_{ep}	0.684	0.662~0.706	$>0.74 \text{ min}^{-1}$	60.00	76.79	<0.001
v_e	0.766	0.731~0.803	>0.29	80.00	73.21	<0.001
LncRNA SNHG6	0.725	0.719~0.731	>2.06	70.00	75.00	<0.001
联合诊断	0.868	0.835~0.903	-	95.00	78.57	<0.001

3 讨 论

DCE-MRI可实现多序列、多方位成像,通过高分辨成像可对肿瘤(尤指骨肉瘤)脉管系统形态学进行清晰显示^[9-10]。本研究发现,研究组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 值高于对照组($P<0.05$)。DCE-MRI可对组织灌注、细胞间质体积、毛细血管通透性等组织微血管性质进行测量,相关研究指出,微循环对肿瘤的氧化作用十分重要,缺氧程度对癌症放化疗治疗结果十分重要^[11]。本研究结果显示,研究组治疗前 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 值高于治疗后($P<0.05$),与曾燕妮等^[12]研究结果一致。夏喜斌等^[13]研究发现,治疗前 K^{trans} 较高提示肿瘤生长肿瘤微血管密度大、血管成熟度低、管壁渗透性好,该类肿瘤对化疗具有较高的敏感度。本研究结果显示,反应良好者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 低于反应不良者($P<0.05$)。患者毛细血管灌注、通透性高表现为 K^{trans} 、 K_{ep} 呈高水平表达,化疗使用的细胞毒性药物到达肿瘤细胞发挥疗效需以较高浓度, K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 水平较高者化疗药物浓度更好、血流分布更广、血管外药物与血浆交换率更高,因此疗效更佳。基于此,本研究进一步行相关性分析发现,反应不良者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 与化疗效果呈正相关。提示 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 可作为临床评估患者化疗效果的辅助指标。

SNHG6与核糖体存在相关性,属5'-末端寡嘧啶束家族的管

家基因,可在乳腺癌、肝细胞癌及缺血性中风等多种疾病中具有不同功能,可影响细胞转移、转化、凋亡^[14-15]。相关研究指出,SNHG6是种与癌症相关的新型LncRNA,SNHG6高水平表达有利于胃癌、骨肉瘤、结直肠癌肿瘤细胞增殖、侵袭^[16-17]。本研究中,研究组化疗前后血清LncRNA SNHG6均高于对照组($P<0.05$)。庞寅田等^[18]研究发现,LncRNA SNHG6可参与骨肉瘤发生、发展过程,并随着患者病情程度的不断加重持续升高。本研究显示,反应良好者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平低于反应不良者($P<0.05$)。SNHG6在骨肉瘤中存在潜在促癌作用,可在转录后靶向Caspase3和ATF3水平并调控miR-26a-5p/ULK1诱导细胞凋亡和自噬。

本研究通过分析 K^{trans} 、 K_{ep} 、 v_e 及血清LncRNA SNHG6水平联合诊断预后的ROC曲线,发现DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平联合诊断骨肉瘤患者化疗反应不良的AUC为0.868,敏感度、特异度为95.00%、78.57%,明显优于各指标单独诊断,提示DCE-MRI定量参数及血清LncRNA SNHG6水平联合有助于提高临床诊断化疗效果。

综上所述,骨肉瘤化疗反应不良者DCE-MRI定量参数及血清

LncRNA SNHG6水平异常表达,与化疗效果均呈正相关,且其联合诊断骨肉瘤患者化疗反应不良具有良好参考价值。

参考文献

- [1]Valenzuela Alvarro MJP,Gutierrez LM,Bayo JM,et al.Osteosarcoma cells exhibit functional interactions with stromal cells,fostering a lung microenvironment conducive to the establishment of metastatic tumor cells[J].Mol Biol Rep,2024,51(1):467.
 - [2]张天丹,胡咏,黄士月,等.骨肉瘤血清miR-337-3p、miR-484、miR-582表达及临床意义[J].临床肿瘤学杂志,2023,28(6):517-523.
 - [3]张波,胡凌云,苟林,等.LncRNA DARS-AS1靶向miR-758-3p促进骨肉瘤细胞增殖并抑制凋亡[J].现代肿瘤医学,2023,31(9):1589-1594.
 - [4]彭国霖,张玉容,张睿,等.预后营养指数和中性粒细胞与淋巴细胞比值在骨肉瘤患者预后预测中的应用价值[J].实用临床医药杂志,2023,27(21):42-46,51.
 - [5]邵梦平,肖亚迪,李莹,等.DWI联合血清miR-495预测骨肉瘤新辅助化疗后疗效的价值[J].放射学实践,2023,38(9):1163-1167.
 - [6]李佳璐,王瑶,马焕,等.基于MRI与病理对照的骨肉瘤动态增强MRI定量参数与肿瘤微循环及乏氧性表达的相关性研究[J].中国肿瘤临床,2021,48(18):940-945.
 - [7]刘武,王晖,尹正武,等.SNHG6、miR-101-3p和IGF2BP3在肺腺癌中的表达及相关性研究[J].中国卫生检验杂志,2023,33(18):2177-2181.
 - [8]Rosen G,Caparros B,Huvos AG,et al.Preoperative chemotherapy for osteogenic sarcoma:selection of postoperative adjuvant chemotherapy based on the response of the primary tumor to preoperative chemotherapy[J].Cancer,1982,49(6):1221-30.
 - [11]徐校胜,时高峰,杨丽,等.DCE-MRI定量参数及ADC值在局部进展期胃癌新辅助治疗疗效评价的应用[J].实用放射学杂志,2021,37(1):132-136.
 - [12]曾燕妮,张卜天,宋亭,等.DCE-MRI定量参数对骨肉瘤新辅助化疗反应的监测价值[J].临床放射学杂志,2019,38(10):1924-1929.
 - [13]夏喜斌,于小平,袁防震,等.动态对比增强MRI定量参数对骨肉瘤新辅助化疗反应的监测价值[J].实用放射学杂志,2023,39(2):266-269.
 - [14]林明利,郑美玲,卢安全,等.LncRNA SNHG6调节miR-101-3p/SEPT2轴对乳腺癌细胞恶性生物学行为的影响[J].中国优生与遗传杂志,2023,31(03):518-524.
 - [15]郑建波,于芳,史建华,等.LncRNASNHG6调控miR-26a/EZH2对前列腺腺癌干细胞增殖凋亡及化疗敏感性的影响[J].中华内分泌外科杂志,2021,15(5):536-541.
 - [16]吕音霄.SNHG6:一种新的肿瘤标志物和治疗靶点[J].海南医学,2021,32(3):358-363.
 - [17]宋宁宁,梁冰.核仁小分子RNA宿主基因6在乳腺癌组织中的表达情况及与患者临床特征和预后的关系[J].癌症进展,2020,18(19):2026-2029.
 - [18]庞寅田,王亚迪,李鹏飞.LncRNA SNHG6在骨肉瘤患者血清中的表达及与临床病理特征的相关性[J].临床心身疾病杂志,2022,28(3):6-10.
- (收稿日期: 2024-05-27)
(校对编辑: 赵望淇、江丽华)

(收稿日期: 2024-05-27)
(校对编辑: 赵望淇、江丽华)

(上接第181页)

综上所述,不同RCT分级患者呈现不同T2伪彩图影像特征,且RCT损伤程度与T2 mapping定量参数练习密切,可辅助评估RCT撕裂状况,可在临床推广应用。但本研究仍有不足之处,划定ROI、测量T2值有着主观性,一定程度上会对结果造成影响,且研究样本量较小,来源单一,日后仍需扩大样本量、多中心的前瞻性、客观研究验证结论。

参考文献

- [1] 哈传传, 李曼曼, 石梦娟, 等. 基于T1、T2 mapping定量评估肩袖损伤的应用[J]. 现代科学仪器, 2022, 39 (6): 65-69.
 - [2] Yörükoğlu AÇ, Şavkın R, Bükür N, et al. Is there a relation between rotator cuff injury and core stability[J]? J Back Musculoskeletal Rehabil, 2019, 32 (3): 445-452.
 - [3] 李铁军, 魏超, 唐犁春, 等. MR T2 mapping定量参数在肩袖损伤患者中的变化及与SSV、DASH的关系[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40 (6): 1602-1606.
 - [4] 毕蓓蓓, 王海丽, 郭皖豫. MRI与高频超声在诊断肩袖损伤中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (4): 139-141.
 - [5] 郑春红, 胡剑波, 谭敬安, 等. 肩袖损伤合并肩峰下撞击综合征的MRI及CT分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21 (3): 163-165.
 - [6] 徐雷, 葛怀志, 章智敬, 等. T2 mapping在颞下颌关节紊乱病中的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31 (5): 454-458.
 - [7] 董婷, 尹桂秀, 贺生琴. 磁共振扩散峰度成像与T2 mapping成像对颈椎间盘退变的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41 (3): 533-537.
 - [8] 尚小可, 郑君, 余子杨, 等. 肩袖损伤的处理临床实践指南(2019年)解读[J]. 中华肩肘外科电子杂志, 2021, 9 (2): 103-111.
 - [9] 影像科学与光化学, 2022, 40 (5): 1247-1252.
 - [10] Lockard CA, Nolte PC, Gawronski KMB, et al. Quantitative T2 mapping of the glenohumeral joint cartilage in asymptomatic shoulders and shoulders with increasing severity of rotator cuff pathology[J]. Eur J Radiol Open, 2021, 8: 100329.
 - [11] 张璠, 徐健, 王兴强, 等. 基于磁共振成像T2弛豫时间图技术评价皮肌炎/多发性肌炎病情的相关研究[J]. 中华内科杂志, 2024, 63 (4): 401-405.
 - [12] Qian W, Chen W, Xu XQ, et al. T2 mapping of the extraocular muscles in healthy volunteers: preliminary research on scan-rescan and observer-observer reproducibility[J]. Acta Radiol, 2020, 61 (6): 804-812.
 - [13] 杨智, 李睿, 付兵, 等. 心脏MR T2* mapping技术定量评价2型糖尿病患者左心室心肌改变[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35 (2): 200-203.
- (收稿日期: 2024-07-11)
(校对编辑: 赵望淇、江丽华)

(收稿日期: 2024-07-11)
(校对编辑: 赵望淇、江丽华)