论　著

动态DCE-MRI联合MSCT诊断脊柱结核的效能探究*

李　欢[1]　张　旋[2]　何惠君[3]
马怿民[1]　何晶泉[1,*]
1.新疆四七四医院医学影像科
2.新疆维吾尔自治区第三人民医院放射科
3.新疆四七四医院超声诊断科
(新疆 乌鲁木齐 830000)

【摘要】 **目的** 探讨动态增强磁共振成像(DCE-MRI)联合多层螺旋CT(MSCT)诊断脊柱结核的效能。**方法** 对医院2022年10月至2024年10月116例疑似脊柱结核患者的临床资料进行回顾性分析，所有患者均行DCE-MRI及MSCT检查，以病理结果为“金标准”，分析DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断效能。**结果** 病理结果显示，116例疑似脊柱结核患者中，68例脊柱结核，48例非脊柱结核；DCE-MRI结果显示，66例脊柱结核，50例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.753；MSCT结果显示，64例脊柱结核，52例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.754；DCE-MRI联合MSCT结果显示，68例脊柱结核，48例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.964；DCE-MRI联合MSCT诊断脊柱结核的准确度、敏感度及阴性预测值分别为98.28%、98.53%、97.92%，高于DCE-MRI诊断的87.93%、88.24%、84.00%及MSCT诊断的87.93%、86.76%、82.69%($P<0.05$)；DCE-MRI联合MSCT诊断对椎旁脓肿、椎间盘受累、骨质坏死、椎管狭窄等病理特征的检出率高于DCE-MRI、MSCT单独诊断($P<0.05$)。**结论** DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断结果与病理结果的一致性良好，具有较高的准确度、敏感度及阴性预测值，能有效检出结核病理特征。

【关键词】脊柱结核；动态增强磁共振成像；多层螺旋CT
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】2024年自治区重点研发任务专项拟立项项目(2024-12.3)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.04.054

Diagnostic Efficiency of DCE-MRI Combined with MSCT in Spinal Tuberculosis*

LI Huan[1], ZHANG Xuan[2], HE Hui-jun[3], MA Yi-min[1], HE Jing-quan[1,*].
1.Department of Medical Imaging, Xinjiang 474 Hospital, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
2.Department of Radiology, The Third People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
3.Department of Ultrasound Diagnosis, Xinjiang 474 Hospital, Urumqi 830000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

ABSTRACT
Objective To explore the diagnostic efficiency of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) combined with multi-slice spiral CT (MSCT) in spinal tuberculosis. ***Methods*** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 116 patients with suspected spinal tuberculosis in the hospital between October 2022 and October 2024, and all patients underwent DCE-MRI and MSCT examinations. Taking pathological results as the golden standard, diagnostic efficiency of DCE-MRI combined with MSCT in spinal tuberculosis was analyzed. ***Results*** The pathological results showed that among 116 patients with suspected spinal tuberculosis, there were 68 cases with spinal tuberculosis and 48 cases without. DCE-MRI showed that there were 66 cases with spinal tuberculosis and 50 cases without, with Kappa value of 0.753. MSCT showed that there were 64 cases with spinal tuberculosis and 52 cases without, with Kappa value of 0.754. DCE-MRI combined with MSCT showed that there were 68 cases with spinal tuberculosis and 48 cases without, with Kappa value of 0.964. The accuracy, sensitivity and negative predictive value of DCE-MRI combined with MSCT in the diagnosis of spinal tuberculosis were 98.28%, 98.53% and 97.92%, higher than those of DCE-MRI (87.93%, 88.24%, 84.00%) and MSCT (87.93%, 86.76%, 82.69%; $P<0.05$). The detection rates of paraspinal abscess, intervertebral disc involvement, bone necrosis and spinal canal stenosis by DCE-MRI combined with MSCT were higher than those by DCE-MRI and MSCT alone ($P<0.05$). ***Conclusion*** The consistency between DCE-MRI combined with MSCT and pathological examination is good in the diagnosis of spinal tuberculosis, with high accuracy, sensitivity and negative predictive value, and it can effectively detect pathological characteristics of tuberculosis.
Keywords: Spinal Tuberculosis; Dynamic Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging; Multi-Slice Spiral CT

脊柱结核是具有致残率及复发率高等特点的肺外结核，主要是感染结核分枝杆菌累及脊柱所致，易加重患者生理及心理负担，降低生活质量[1-2]。脊柱结核早期缺乏典型症状，且病程较长，患者若得不到及时救治，可出现脊柱功能障碍、椎间盘破坏、截瘫，严重者还伴有死亡风险[3]。因此，早期准确诊断脊柱结核并予以及时治疗，对促进患者脊柱功能恢复、降低不良预后风险具有重要的价值。动态增强磁共振成像(DCE-MRI)是基于MRI的灌注加权成像技术，具有较高时间分辨率，可通过分析对比剂在病变部位分布情况，对组织血流灌注进行评估，进而辅助临床诊断脊柱疾病[4]。多层螺旋CT(MSCT)具有空间分辨率高、操作便捷、扫描迅速等特点，能显示病灶变化及影像学特征，为诊断提供依据[5]。现阶段临床缺乏DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核诊断效能的报道。基于此本研究对比DCE-MRI、MSCT单独及联合诊断脊柱结核的效能，旨在为临床鉴别脊柱结核提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析医院2022年10月至2024年10月116例疑似脊柱结核患者的临床资料。

纳入标准：(1)伴有胸背部及腰背部慢性疼痛、脊柱活动受限、乏力、体重降低、发热等疑似脊柱结核症状；(2)年龄不低于18岁；(3)均行DCE-MRI及MSCT检查，且两种检查间隔时间不超过1周；(4)近期未行抗结核治疗；(5)体征稳定、思维清晰；(6)无对比剂过敏史。排除标准：(1)近期腰椎外伤者；(2)凝血及认知功能损伤者；(3)合并腰椎手术史者；(4)重要脏器器质性损伤者；(5)精神疾病，药物及酒精依赖者；(6)缺乏完整的临床及影像学资料者。116例疑似脊柱结核患者中，男性65例、女性51例；年龄20~58岁，平均(32.95±6.47)岁；病程7个月~2年，平均(1.13±0.27)年。

1.2 方法

1.2.1 DCE-MRI检查 仪器选择GE SIGNA Architect 3.0T磁共振扫描仪，全脊柱相控阵表面线圈。叮嘱患者维持仰卧位，先行常规MRI检查，扫描范围为整个脊柱。FRFSE-T1WI序列：参数为ETL5、TE8 ms、TR608 ms；FRFSE-T2WI序列：参数为ETL21、TE122 ms、TR3942 ms。DCE-T1WI采用LAVA梯度回波序列：参数为矩阵256×170、FOV380mm×380mm、TE1.3 ms、TR30 ms、层厚5.0 mm。完成扫描后行动态增强扫描：参数为矩阵256×170、FOV380mm×380mm、TE1.3 ms、TR30 ms、层厚5.0

【第一作者】李　欢，女，主治医师，主要研究方向：CT和磁共振。E-mail：hhh38085720@163.com
【通讯作者】何晶泉，男，中级工程师，主要研究方向：医学工程。E-mail：hahaha20250101@163.com

mm、反转角15°。在肘静脉处经造影剂注射器将钆喷酸葡胺注射液注入，注射速率3.0 mL/s、注射剂量0.2 mmol/kg，完成注射后以20 mL生理盐水冲管。在注射开始时行LAVA-XV动态增强扫描序列，动态连续扫描椎体38期，每期8 s。

1.2.2 MSCT检查 仪器选择GE Discovery CT750HD(宝石能谱CT)。叮嘱患者维持仰卧位，扫描范围为整个脊柱。参数设定：层间距5 mm、层厚5 mm、管电流200 mA、管电压120 kV、重建层厚1 mm，连续扫描12个层面，平扫后行增强扫描、软组织和骨窗重建。

1.2.3 图像处理 将扫描图像上传至数据处理平台，由2名不知晓患者临床及病理资料的放射科中高级职称医师进行阅片，观察椎旁脓肿、椎间盘受累、骨质坏死、椎管狭窄等结核病理特征，当两者意见产生分歧时，通过协商达成一致。

1.3 统计学方法 SPSS 26.0软件处理数据。计数资料以n(%)表示，行卡方检验；采用Kappa检验评估一致性，Kappa值≥0.75为一致性良好。*P*＜0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 116例疑似脊柱结核患者病理结果 病理结果显示，116例疑似脊柱结核患者中，68例确诊脊柱结核，其中椎旁脓肿49例、椎间盘受累45例、骨质坏死24例、椎管狭窄37例。

2.2 DCE-MRI对脊柱结核的诊断结果 DCE-MRI结果显示，116例疑似脊柱结核患者中，66例脊柱结核，50例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.753，提示两者一致性良好，见表1。

2.3 MSCT对脊柱结核的诊断结果 MSCT结果显示，116例疑似脊柱结核患者中，64例脊柱结核，52例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.754，提示两者一致性良好，见表2。

2.4 DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断结果 DCE-MRI联合MSCT结果显示，116例疑似脊柱结核患者中，68例脊柱结核，48例非脊柱结核，与病理结果的Kappa值为0.964，提示两者一致性良好，见表3。

2.5 DCE-MRI、MSCT单独及联合诊断脊柱结核的效能比较 DCE-MRI联合MSCT诊断脊柱结核的准确度、敏感度及阴性预测值分别为98.28%、98.53%、97.92%，高于DCE-MRI诊断的87.93%、88.24%、84.00%及MSCT诊断的87.93%、86.76%、82.69%(*P*＜0.05)。见表4。

2.6 DCE-MRI、MSCT单独及联合诊断脊柱结核病理特征的结果比较 DCE-MRI联合MSCT诊断对椎旁脓肿、椎间盘受累、骨质坏死、椎管狭窄等病理特征的检出率高于DCE-MRI、MSCT单独诊断(*P*＜0.05)。见表5。

2.7 典型病例 男性患者，42岁，临床诊断为脊柱结核，胸10、11、12椎体及附件骨多发长T1、长T2信号影(图1~3)，增强扫描(图4~6)病灶不均匀强化，胸10椎体左侧可见椎旁脓肿形成(白箭)。

表1 DCE-MRI对脊柱结核的诊断结果

类型	病理结果		合计	Kappa值
	脊柱结核	非脊柱结核		
脊柱结核	60	6	66	0.753
非脊柱结核	8	42	50	
合计	68	48	116	

表2 MSCT对脊柱结核的诊断结果

类型	病理结果		合计	Kappa值
	脊柱结核	非脊柱结核		
脊柱结核	59	5	64	0.754
非脊柱结核	9	43	52	
合计	68	48	116	

表3 DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断结果

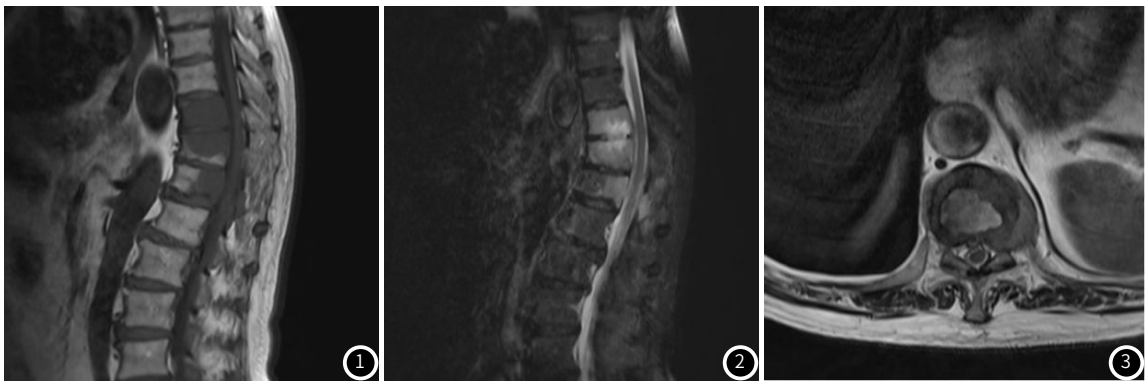
类型	病理结果		合计	Kappa值
	脊柱结核	非脊柱结核		
脊柱结核	67	1	68	0.964
非脊柱结核	1	47	48	
合计	68	48	116	

表4 DCE-MRI、MSCT单独及联合诊断脊柱结核的效能比较[%(n/N)]

诊断方法	准确度	特异度	敏感度	阴性预测值	阳性预测值
DCE-MRI联合MSCT	98.28(114/116)	97.92(47/48)	98.53(67/68)	97.92(47/48)	98.53(67/68)
DCE-MRI	87.93(102/116)	87.50(42/48)	88.24(60/68)	84.00(42/50)	90.91(60/66)
MSCT	87.93(102/116)	89.58(43/48)	86.76(59/68)	82.69(43/52)	92.19(59/64)
χ^2值	10.506	3.818	6.946	6.615	3.926
*P*值	0.005	0.148	0.031	0.037	0.140

表5 DCE-MRI、MSCT单独及联合诊断脊柱结核病理特征的结果比较[n(%)]

诊断方法	椎旁脓肿(n=49)	椎间盘受累(n=45)	骨质坏死(n=24)	椎管狭窄(n=37)
DCE-MRI联合MSCT	48(97.96)	42(93.33)	22(91.67)	35(94.59)
DCE-MRI	42(85.71)	33(73.33)	15(62.50)	29(78.38)
MSCT	41(83.67)	35(77.78)	16(66.67)	27(72.97)
χ^2值	6.031	6.578	6.149	6.343
*P*值	0.049	0.037	0.046	0.042



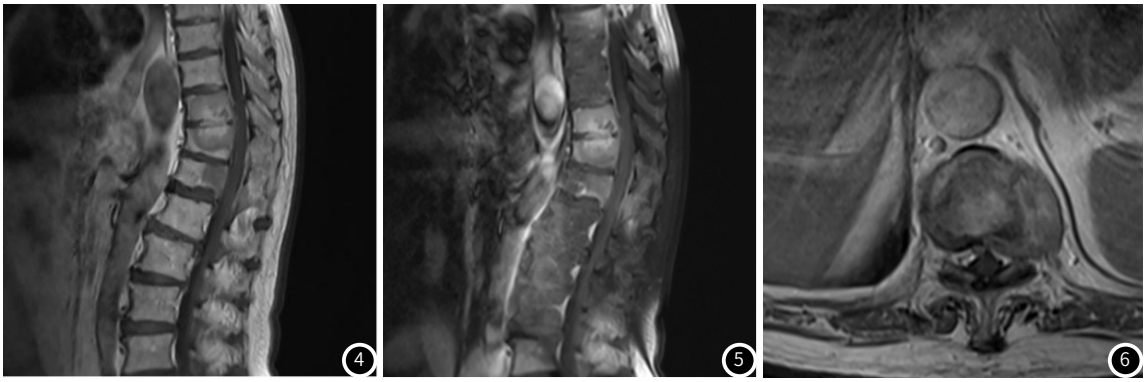


图1～图3 胸10、11、12椎体及附件骨多发长T1、长T2信号影。
图4～图6 增强扫描显示病灶不均匀强化，胸10椎体左侧可见椎旁脓肿形成（白箭）。

3 讨　论

脊柱结核属于骨髓感染性病变，早期病变部位多为椎体前下部，若诊疗不及时会导致病情进展，进而累及椎间盘与椎体中心部位，加重炎性渗出、纤维组织增生程度，并侵犯脊髓及神经结构，促进脊髓压迫，增加四肢瘫痪风险[6-7]。临床研究显示，早期及时准确诊断脊柱结核，并予以定期、有效的抗结核治疗方案，有助于控制病情进展，促进患者脊柱功能恢复[8]。现阶段临床常采用影像学检查辅助诊断脊柱结核。数字X线摄影具有检查费用低廉、便于操作等特点而成为鉴别疾病的常用手段，其能显示患者脊柱整体情况，便于观察脊柱后凸畸形、椎间盘狭窄等变化，进而辅助判断脊柱结核[9]。但有研究认为，数字X线摄影存在周围结构重叠、密度分辨率低等缺陷，对早期脊柱结核感染的诊断价值较低[10]。因此，探寻具有较真效能的影像学检查手段辅助诊断脊柱结核是目前临床研究的重点。

MRI具有无电离辐射、组织分辨率较高、多序列及多平面等特点，且扫描不受范围限制，能从多方位显示脊柱结核患者椎体变形、移位等病理变化，为临床提供脊柱结核病变信息[11]。临床研究显示，MRI对组织蛋白及水含量的改变较为敏感，有助于显示软组织结构变化、骨质破坏等，便于临床判断脊柱病情情况和累及椎体[12]。国内报道认为，DCE-MRI能清楚显示脊柱结核患者早期脓腔情况及其与椎旁脓肿及椎间隙的关系，分析DCE-MRI影像学特征有助于指导临床诊断脊柱结核和制定治疗方案[13]。本研究发现，DCE-MRI对脊柱结核的诊断结果与病理结果的Kappa值为0.753，表明DCE-MRI诊断与病理结果具有良好的一致性。分析原因为：DCE-MRI通过流动增强效应原理进行成像，可提供丰富的形态学信息，并借助增强扫描的强化信号反映组织灌注状态，从而显示脊柱结核病变情况，提高对脊髓结核的诊断价值。

MSCT可借助射线穿透病变处的组织吸收率进行疾病诊断，具有无创、扫描时间短、密度分辨率高等特点[14]。MSCT通过多方向重建，能显示椎体破坏情况、周边软组织情况、骨质破坏变化情况，从而提高诊断准确度[15]。临床研究发现，MSCT能显示骨性椎管受累、骨质增生及破坏情况，并通过图像处理技术在不同角度进行图像重建，反映椎间隙异常，在脊柱结核诊断中的价值较高[16]。本研究结果显示，MSCT对脊柱结核的诊断结果与病理结果的Kappa值为0.754，提示MSCT诊断与病理结果具有良好的一致性。这可能是因为：MSCT在薄层重建过程中可减少厚度过大不利于观察小病变的影响，同时还能提供病变椎体的视图，提高诊断准确率。进一步的研究发现，DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断结果与病理结果的Kappa值为0.964，说明DCE-MRI联合MSCT诊断更具优势。对比诊断效能显示，DCE-MRI联合MSCT诊断脊柱结核的准确度、敏感度、阴性预测值及病理特征检出率高于DCE-MRI及MSCT单独诊断，提示DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核具有较高的诊断效能。

综上所述，DCE-MRI联合MSCT对脊柱结核的诊断结果与病理结果的一致性良好，具有较高的准确度、敏感度及阴性预测值，能有效检出结核病理特征。

参考文献

[1]张超,周迎锋,赵红星,等.脊柱结核的个体化手术治疗疗效研究[J].罕少疾病杂志,2021,28(2):88-90.
[2]Ahmad S,Anwer A,Singh G,et al.Management of thoracolumbar spinal tuberculosis by decompression and posterior stabilization with pedicle screw fixation[J].J Orthop Case Rep,2024,14(12):270-276.
[3]裴春梅,葛丽红,李宇璞,等.基于MRI影像组学特征构建诊断脊柱结核的机器学习模型[J].内蒙古医科大学学报,2024,46(4):381-384+417.
[4]赵鹏飞,贺红兵,王浩华,等.DCE-MRI联合IVIM定量参数在布氏杆菌性脊柱炎治疗评价中的应用[J].磁共振成像,2023,14(12):72-77.
[5]谢智恩,黎惠如,宋敏,等.CT与磁共振成像诊断脊柱结核患者的临床价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):167-169.
[6]童俊,胡宇恒,王志楠,等.核磁成像技术在脊柱结核早期诊断中应用分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(8):166-168.
[7]李坛,张旭辉,夏磊,等.脊柱结核患者应用单纯后路与前后路联合手术治疗的疗效与安全性研究[J].罕少疾病杂志,2020,27(5):55-56,76.
[8]付海平,王飞,郇颜强,等.血清外周miRNAs差异表达在脊柱结核中的临床意义[J].河北医学,2023,29(12):1957-1962.
[9]谷亮,赵阳.MRI与MSCT诊断脊柱结核临床价值分析[J].医学影像学杂志,2023,33(4):727-729.
[10]Qi F,Luo L,Qu C,et al.Combined clinical significance of MRI and serum mannose-binding lectin in the prediction of spinal tuberculosis[J].BMC Infect Dis,2024,24(1):618.
[11]Boruah DK,Gogoi BB,Prakash A,et al.Magnetic resonance imaging evaluation of posterior spinal tuberculosis:a cross-sectional study[J].Acta Radiol,2021,62(8):1035-1044.
[12]裴思佳,余永胜.脊柱结核磁共振成像150例的特征分析[J].中国医刊,2020,55(9):962-965.
[13]王姿丽,梁昆,杨长成.脊柱结核骨质破坏、脓腔MSCT、MRI特点与临床病程的关系研究[J].重庆医学,2023,52(24):3779-3784.
[14]红宇,王睿君,赵盛,等.CT联合MRI对布氏杆菌性脊柱炎的诊断价值[J].中国实验诊断学,2023,27(4):462-464.
[15]张娅丽,罗小波,赵倩.脊柱结核不全瘫患者MSCT影像表现及其临床意义[J].影像科学与光化学,2021,39(4):564-568.
[16]李立新,阮锦荣,孙莉.MRI与CT诊断及鉴别脊柱结核与脊柱肿瘤的价值观察[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(8):175-177.

(收稿日期：2025-02-08)
(校对：翁佳鸿　排版：张鸿燊)