

脊柱感染抗感染治疗后不同MRI征象恢复模式分析

汪莹^{1,2}, 赵红^{1*}, 李义菊³

¹安徽医科大学第二附属医院放射科, 安徽 合肥

²安徽中医药大学第五附属医院(六安市中医院)磁共振室, 安徽 六安

³安徽医科大学附属六安医院放射科, 安徽 六安

收稿日期: 2026年8月17日; 录用日期: 2026年9月11日; 发布日期: 2026年9月17日

摘要

目的: 探讨脊柱感染抗感染治疗后不同MRI征象的恢复模式及其与临床改善、炎症指标变化的一致性。方法: 回顾性分析44例接受抗感染治疗并具有治疗前后MRI随访资料的脊柱感染患者。根据随访MRI变化方向, 将椎旁脓肿、硬膜外脓肿、椎体骨髓信号及椎间盘等征象分为改善方向、稳定和进展方向。采用Cohen κ 检验评价MRI征象变化方向与临床好转及CRP下降 $\geq 50\%$ 的一致性。结果: 44例患者中41例(93.2%)治疗后临床好转。不同MRI征象恢复模式存在差异, 椎旁脓肿和硬膜外脓肿改善比例高于椎体骨髓信号及椎间盘改变。临床好转及CRP下降与脓肿类MRI征象变化方向的一致性较高, 而与椎体骨髓信号变化的一致性较低。部分患者出现软组织脓肿改善而骨髓信号未同步改善。结论: 抗感染治疗后, 临床改善与MRI变化并非完全同步, 不同MRI征象具有不同恢复节律。软组织脓肿相关征象可能较早反映治疗反应, 而骨髓信号及椎间盘异常可持续存在。随访MRI应结合临床表现及炎症指标综合评价, 不能单独依据持续性骨髓或椎间盘异常判断治疗失败。

关键词

脊柱感染, 磁共振成像, 随访, 治疗反应, 脓肿, 骨髓信号

Different Recovery Patterns of MRI Findings after Antimicrobial Therapy for Spinal Infection

Ying Wang^{1,2}, Hong Zhao^{1*}, Yiju Li³

¹Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

²MRI Department, The Fifth Affiliated Hospital of Anhui University of Chinese Medicine (Lu'an Hospital of

*通讯作者。

文章引用: 汪莹, 赵红, 李义菊. 脊柱感染抗感染治疗后不同 MRI 征象恢复模式分析[J]. 临床医学进展, 2026, 16(9): 1925-1933. DOI: 10.12677/acm.2026.1693236

Traditional Chinese Medicine), Lu'an Anhui

³Department of Radiology, Lu'an Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Lu'an Anhui

Received: August 17, 2026; accepted: September 11, 2026; published: September 17, 2026

Abstract

Objective: To investigate the recovery patterns of different magnetic resonance imaging (MRI) findings after anti-infective treatment for spinal infection and to evaluate their consistency with clinical improvement and inflammatory marker changes. **Methods:** This retrospective study included 44 patients with spinal infection who received anti-infective treatment and underwent MRI examinations before and after treatment. Based on follow-up MRI changes, imaging findings including paraspinal abscess, epidural abscess, vertebral bone marrow signal abnormality, and intervertebral disc involvement were categorized as showing improvement, stability, or progression. Cohen's kappa analysis was performed to assess the consistency between MRI changes and clinical improvement or a $\geq 50\%$ decrease in C-reactive protein (CRP). **Results:** Among the 44 patients, 41 (93.2%) showed clinical improvement after treatment. Different MRI findings demonstrated distinct recovery patterns. The proportions of patients showing improvement in paraspinal abscess and epidural abscess were higher than those with improvement in vertebral bone marrow signal abnormalities and intervertebral disc changes. Clinical improvement and CRP reduction showed better consistency with improvement of abscess-related MRI findings, whereas the consistency with vertebral bone marrow signal changes was relatively lower. In some patients, soft tissue abscesses improved while vertebral bone marrow signal abnormalities persisted. **Conclusion:** After anti-infective treatment for spinal infection, clinical improvement and MRI changes are not completely synchronous. Different MRI findings exhibit distinct recovery patterns. Abscess-related soft tissue findings may reflect treatment response earlier, whereas vertebral bone marrow signal abnormalities and intervertebral disc changes may persist despite clinical improvement. Follow-up MRI findings should be interpreted in combination with clinical manifestations and inflammatory markers, and persistent bone marrow or intervertebral disc abnormalities alone should not be considered evidence of treatment failure.

Keywords

Spinal Infection, Magnetic Resonance Imaging, Follow-Up, Treatment Response, Abscess, Bone Marrow Signal

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脊柱感染可累及椎体、终板、椎间盘及椎旁和硬膜外软组织, 治疗反应评价涉及临床、实验室及影像学多个方面。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)具有良好的软组织分辨力, 能够显示感染范围、骨髓信号异常、脓肿形成及结构破坏, 是脊柱感染诊断和治疗后随访的重要影像学方法[1]。抗感染治疗后, 患者疼痛等临床症状及 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等炎症指标通常逐渐改善, 但 MRI 征象异常可持续存在, 短期内甚至可表现为稳定或进展方向[2]。既往研究主要关注随访 MRI 征象总体变化方向及其与临床疗效的关系, 提示二者并非始终一致[3] [4]。然而, 不同 MRI 征象反映的组织成分及

病理过程并不相同,其变化可能具有不同的时间节律。目前,对椎旁脓肿、硬膜外脓肿、椎体骨髓信号及椎间盘改变在治疗后 MRI 征象变化方向方面的系统性、征象级评价仍较有限。本研究旨在分析脊柱感染患者抗感染治疗后不同 MRI 征象变化方向的特点,评价 MRI 征象变化方向与临床改善及 CRP 下降的一致性,并探讨不同 MRI 征象变化方向的临床意义。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

本研究为回顾性研究,纳入 2020 年 1 月至 2026 年 7 月于六安市中医院及六安市人民医院西院区诊治的脊柱感染患者 44 例。所有患者均具有可比较的治疗前基线 MRI 和抗感染治疗后随访 MRI,每例患者形成一组基线-随访配对观察。收集患者基本临床资料、实验室指标、治疗方式及基线与随访 MRI 资料。

2.2. 纳入与排除标准

纳入标准:1) 临床诊断明确的脊柱感染;2) 已接受针对脊柱感染的抗感染治疗;3) 具有完整且可用于比较的治疗前基线 MRI 与治疗随访 MRI;4) 具有临床及实验室随访资料。感染类型包括化脓性、结核性、真菌性或其他类型。排除标准:排除 MRI 资料不完整、治疗前后检查无法比较或关键临床资料缺失者。不同 MRI 征象按照基线存在情况进入相应分析集:各征象变化分析仅纳入基线存在该征象且随访资料完整的患者,并依据实际适用病例数确定分析分母。

2.3. 临床资料收集

收集患者年龄、性别、感染类型、感染节段及治疗方式等资料。实验室指标包括 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)和白细胞计数(white blood cell count, WBC)。临床疗效评价指标包括临床好转、疼痛改善、神经症状改善及 CRP 下降 $\geq 50\%$ 。其中,临床好转依据治疗后患者整体临床状态进行评价,以临床医生记录的治疗反应结果作为主要临床参照指标;疼痛改善、神经症状改善及 CRP 下降 $\geq 50\%$ 分别作为支持性指标进行分析。对于临床资料缺失者,不进行人为推断,以原始记录结果为准。

2.4. MRI 检查方法与影像评价

所有患者均接受脊柱 MRI 检查,检查范围及扫描序列根据临床需要确定,包括常规平扫及必要的增强扫描。受检者脊柱检查采用 5 台设备:飞利浦 Achieva/Ingenia 3.0T、西门子 Skyra 3.0T、东软 Aries 1.5T 及朗润 SuperVan 1.5T,配套各机型专用脊柱相控阵线圈。受检者取仰卧、头先进体位,膝下方垫软垫放松脊柱,减少运动伪影。常规序列包含矢状位 T1WI-TSE (TR 450~600 ms, TE 8~12 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚 3.0~4.0 mm, 层间距 0.3 mm/0.4 mm)、矢状位 T2WI-TSE (TR 3000~4000 ms, TE 90~105 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚 3.0~4.0 mm, 层间距 0.3 mm/0.4 mm)、横断面 T2WI-TSE (TR 3000~4700 ms, TE 20~130 ms, FOV 180 mm $\times$ 180 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚 3.0~4.0 mm, 层间距 0.3 mm/0.4 mm);怀疑椎体骨髓病变者加扫矢状脂肪抑制序列。各设备采用原厂并行采集技术,3.0T 机型采用 SPAIR (TR 2500~4000 ms, TE 80~220 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚 3.0~4.0 mm, 层间距 0.3 mm/0.4 mm)/mDIXON (TR 2000~4000 ms, TE 60~80 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚 3.0~4.0 mm, 层间距 0.3 mm/0.4 mm)脂肪抑制,1.5T 机型平扫采用 STIR (TR 3000~4200 ms, TE 60~100 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm~340 mm $\times$ 340 mm, 层厚

3.0~4.0 mm，层间距 0.3 mm/0.4 mm)序列。

MRI 影像评价由 2 名具有 10 年以上脊柱影像诊断经验的放射科医师独立完成。阅片医师对患者治疗后临床结局、实验室指标及治疗反应结果保持盲法，仅根据 MRI 图像评价各征象变化。两位医师分别完成基线及随访 MRI 评价，对于意见不一致的病例，经协商后达成一致；若仍存在分歧，则由第 3 名高年资医师复核确定。评价内容包括椎旁脓肿、硬膜外脓肿、椎体骨髓信号、椎间盘受累和椎体水肿范围，并将随访 MRI 征象变化方向分为改善方向、稳定和进展方向。不同 MRI 征象按照基线存在情况进入相应分析集。椎旁脓肿和硬膜外脓肿分析分别限于基线存在相应病灶者；椎间盘征象分析限于基线存在椎间盘受累者；全体患者用于观察新发受累或进展方向。

2.5. 统计学分析

连续变量根据数据分布采用均值 ± 标准差或中位数(四分位距)表示，分类变量采用例数(百分比)表示。治疗前后实验室指标变化采用配对样本分析。对不同 MRI 征象变化方向进行描述性统计，并分为改善方向、稳定和进展方向。采用 Cohen κ 检验评价 MRI 征象变化方向与临床好转及 CRP 下降≥50%的一致性，采用 McNemar 检验比较不同 MRI 征象改善方向的一致性。涉及多重比较时采用 Benjamini-Hochberg 方法校正。所有统计检验均为双侧检验，以 P<0.05 为差异有统计学意义。统计分析采用 IBM SPSS Statistics 27.0 及 R 软件完成。

3. 结果

3.1. 研究对象及基线特征

共纳入 44 例脊柱感染患者，平均年龄为 63.4±12.3 岁，其中男性 27 例(61.4%)，女性 17 例(38.6%)。感染类型以化脓性感染为主，共 29 例(65.9%)，其次为结核性感染 14 例(31.8%)，其他类型 1 例(2.3%)。治疗方式包括单纯抗感染治疗 35 例(79.5%)、引流联合抗感染治疗 2 例(4.5%)及手术联合抗感染治疗 7 例(15.9%)。基线受累椎体数中位数为 2.0 个(四分位距 2.0~2.0)。基线 MRI 显示，椎间盘受累 37 例，椎旁脓肿 40 例，硬膜外脓肿 22 例。基线炎症指标中，CRP 中位数为 43.4 mg/L (四分位距 27.2~81.2 mg/L)，ESR 为 55.3 ± 27.9 mm/h，WBC 中位数为 7.7 × 10⁹/L (四分位距 6.1~9.8 × 10⁹/L) (表 1)。

Table 1. Baseline clinical and imaging characteristics of the patients (N = 44)
表 1. 患者基线临床及影像特征(N = 44)

类别	指标	总体结果
人口学	年龄(岁)	63.4 ± 12.3
性别	男性	27 (61.4%)
	女性	17 (38.6%)
感染类型	化脓性	29 (65.9%)
	结核性	14 (31.8%)
	其他	1 (2.3%)
治疗方式	单纯抗感染	35 (79.5%)
	引流联合抗感染	2 (4.5%)
	手术联合抗感染	7 (15.9%)

续表

实验室指标	CRP (mg/L)	43.4 (27.2~81.2)
	ESR (mm/h)	55.3 ± 27.9
	WBC (×10 ⁹ /L)	7.7 (6.1~9.8)
基线 MRI	椎间盘受累	37 例
	椎旁脓肿	40 例
	硬膜外脓肿	22 例

3.2. 治疗后临床结局

治疗后，大多数患者达到临床改善。44 例患者中，41 例(93.2%)临床好转，疼痛改善 39 例(88.6%)，神经症状改善 40 例(90.9%)，CRP 下降≥50%者 33 例(75.0%)。实验室指标显示，治疗后炎症水平总体下降。复查 CRP 中位数为 7.0 mg/L (四分位距 3.8~12.4 mg/L)，CRP 下降率中位数为 82.6% (四分位距 52.9%~94.9%)；ESR 和 WBC 亦较治疗前降低(表 2)。

Table 2. Dynamic changes in clinical parameters and MRI findings after treatment
表 2. 治疗后临床指标及 MRI 征象动态变化

类别/征象	变化方向或指标	n (%)	分析集
A. 临床变化			
临床	临床好转	41 (93.2%)	N = 44
临床	疼痛改善	39 (88.6%)	N = 44
临床	神经症状改善	40 (90.9%)	N = 44
生化	CRP 下降 ≥ 50%	33 (75.0%)	N = 44
B. MRI 变化			
椎旁脓肿	改善方向	24 (60.0%)	N = 40；基线存在椎旁脓肿
	稳定	10 (25.0%)	
	进展方向	6 (15.0%)	
硬膜外脓肿	改善方向	16 (72.7%)	N = 22；基线存在硬膜外脓肿
	稳定	5	
	进展方向	1	
椎体骨髓信号	改善方向	18 (40.9%)	N = 44
	稳定	22 (50.0%)	
	进展方向	4 (9.1%)	
椎间盘	改善方向	12 (32.4%)	N = 37；基线存在椎间盘受累
	稳定	24 (64.9%)	
	进展方向	1 (2.7%)	
椎体水肿范围	改善方向	17 (38.6%)	N = 44
	稳定	23 (52.3%)	
	进展方向	4 (9.1%)	
新发椎体受累	是	0	N = 44
	否	44	

3.3. 不同 MRI 征象变化方向

不同 MRI 征象在随访中的变化方向见表 2。基线存在椎旁脓肿和硬膜外脓肿的患者中，分别有 24 例 (60.0%) 和 16 例 (72.7%) 表现为改善方向。相比之下，椎体骨髓信号和椎间盘受累的改善比例较低，分别为 18 例 (40.9%) 和 12 例 (32.4%)，多数表现为稳定方向。椎体水肿范围改善方向比例为 38.6% (17/44)，稳定和进展方向分别占 52.3% 和 9.1%。随访期间未观察到新发椎体受累。总体来看，不同 MRI 征象的恢复模式存在差异：脓肿类征象更倾向于呈改善方向，而骨髓信号及椎间盘改变更常表现为持续稳定(表 2，图 1)。

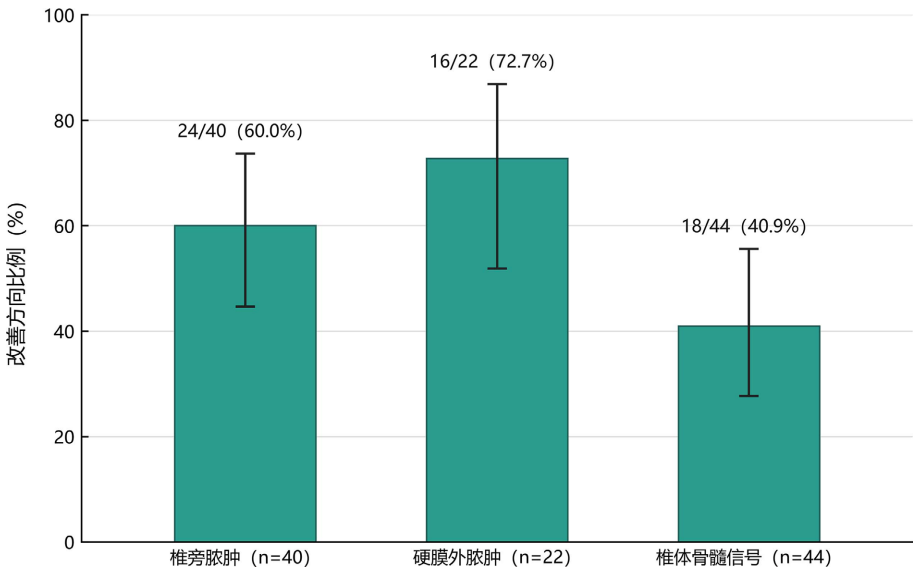


Figure 1. Comparison of the proportion of patients showing improvement after treatment based on different MRI findings

图 1. 不同 MRI 征象治疗后呈改善方向的比例比较

3.4. MRI 征象与临床改善的一致性

临床好转与不同 MRI 征象变化方向的一致性分析结果见表 3。总体来看，临床好转与椎旁脓肿及硬膜外脓肿改善方向的一致性高于与椎体骨髓信号变化的一致性。其中，椎旁脓肿和硬膜外脓肿在部分临床好转患者中仍未表现为改善方向，而多数临床好转患者的椎体骨髓信号仍维持稳定或进展方向。以 CRP 下降 $\geq 50\%$ 作为参照时，其与硬膜外脓肿改善方向一致性最高($\kappa = 0.637$)，与椎旁脓肿改善方向呈中等一致性($\kappa = 0.444$)，而与椎体骨髓信号改善方向一致性较低($\kappa = 0.208$)。多重比较校正后，CRP 下降 $\geq 50\%$ 与椎旁脓肿及硬膜外脓肿变化方向的一致性仍具有统计学意义(表 3)。

Table 3. Consistency analysis between MRI findings and improvement in clinical and inflammatory parameters

表 3. MRI 征象与临床及炎症指标改善的一致性分析

MRI 征象	参照指标	分析集(n)	符合率(%)	Cohen κ	95% CI	P 值
椎旁脓肿	临床好转	40	67.5	0.217	0.000~0.455	0.027
椎体骨髓信号	临床好转	44	43.2	0.018	-0.108~0.148	0.782
硬膜外脓肿	临床好转	22	77.3	0.225	0.000~0.645	0.095

续表

椎旁脓肿	CRP 下降 $\geq 50\%$	40	75.0	0.444	0.157~0.711	0.003
椎体骨髓信号	CRP 下降 $\geq 50\%$	44	56.8	0.208	0.000~0.430	0.077
硬膜外脓肿	CRP 下降 $\geq 50\%$	22	86.4	0.637	0.154~1.000	0.003

3.5. 不同 MRI 征象恢复不同步现象

在在基线存在椎旁脓肿的 40 例患者中，10 例(25.0%)表现为椎旁脓肿与椎体骨髓信号变化方向不一致，其中 9 例(22.5%)表现为椎旁脓肿呈改善方向，而椎体骨髓信号未同步改善。进一步分析显示，在 24 例椎旁脓肿呈改善方向的患者中，9 例(37.5%)椎体骨髓信号仍表现为稳定或进展方向(图 2)。在基线存在硬膜外脓肿的 22 例患者中，亦观察到类似不同步现象，其中 2 例(9.1%)表现为硬膜外脓肿改善而椎体骨髓信号未同步改善。

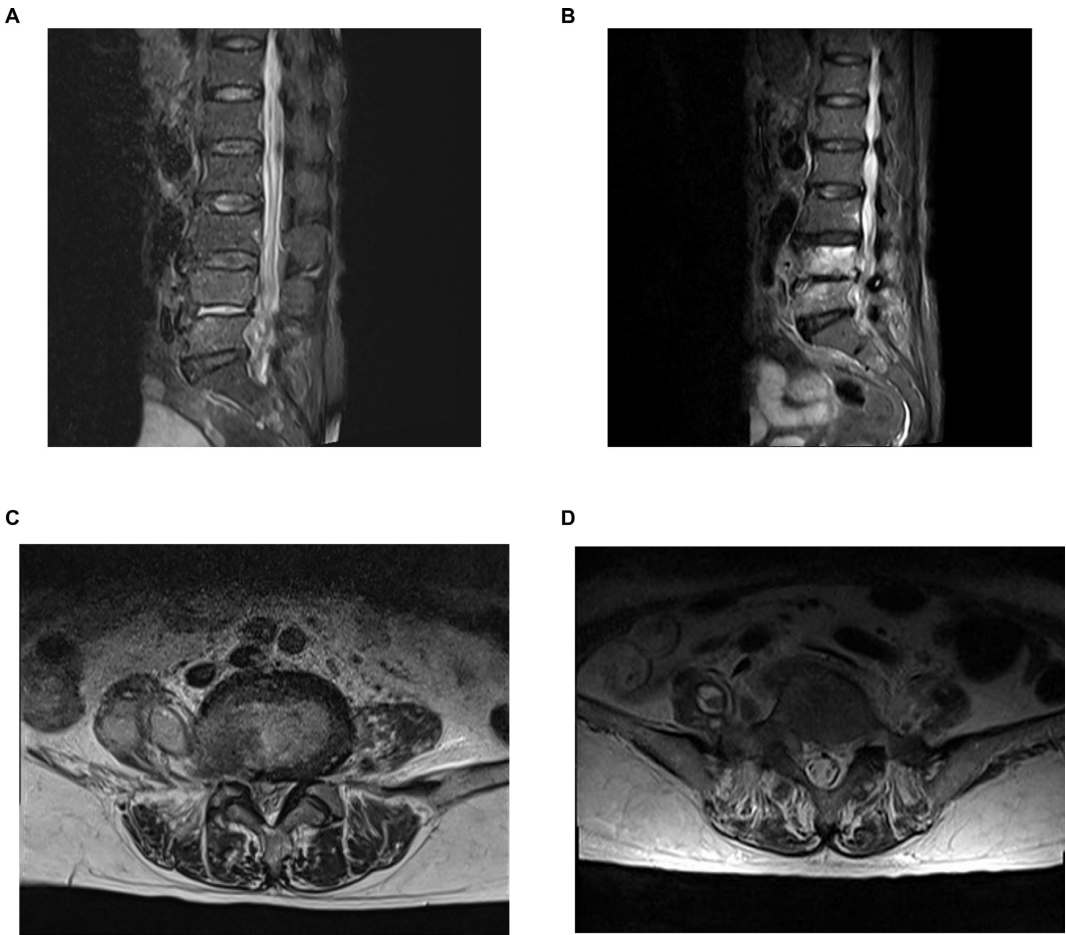


Figure 2. A typical case demonstrates asynchronous recovery of different MRI findings following treatment of spinal infection. One month after receiving anti-infective therapy, the patient’s low back pain and fever had improved; however, abnormal marrow signal intensity on follow-up MRI still persisted (A) (B), while the paravertebral soft tissue lesions had significantly diminished (C) (D), suggesting that the resolution of soft tissue lesions occurred earlier than the recovery of marrow signal intensity

图 2. 典型病例显示脊柱感染治疗后不同 MRI 征象恢复不同步。患者接受抗感染治疗一个月后腰痛改善、发热改善，随访 MRI 椎体骨髓信号异常仍持续存在(A) (B)，椎旁软组织病灶明显缩小(C) (D)，提示软组织病灶改善早于骨髓信号恢复

4. 讨论

本研究比较了 44 例脊柱感染患者抗感染治疗前后的临床、生化及 MRI 征象变化模式。结果显示,多数患者治疗后临床症状及炎症指标明显改善,而 MRI 异常改变的恢复并不同步。与软组织脓肿相关征象相比,椎体骨髓信号及椎间盘改变恢复相对缓慢,部分临床改善患者仍可表现为骨髓信号持续异常。此外,临床及 CRP 变化与脓肿类 MRI 征象改善方向表现出较好的对应关系,而与骨髓信号变化的一致性相对较弱,提示不同组织成分在感染控制后的影像修复过程中具有不同恢复节律。

既往研究主要关注随访 MRI 与临床疗效之间的关系,而不同 MRI 征象之间恢复节律差异仍缺乏充分评价。Kowalski 等[5]发现,化脓性脊柱感染患者治疗后 MRI 异常可持续存在,随访 MRI 总体变化与临床特征缺乏良好相关性;Baxi 等[3]同样观察到 MRI 变化与临床状态之间存在不一致。Hecquet 等[2]进一步指出,影像学改善与临床恢复并不平行,对于临床改善患者,常规重复影像检查的价值有限。王立强等[6]研究提示,不同组织成分在 MRI 上的表现存在差异;虽然该研究主要针对特定感染类型,但其关于不同组织 MRI 表现差异的观察可为理解感染后影像恢复特点提供参考。与上述研究一致,本研究进一步发现,这种 MRI 与临床、生化指标之间的不一致并非均匀存在于所有征象,而主要表现为软组织脓肿与骨-椎间盘相关征象恢复不同步。

MRI、CRP 及临床指标反映的维度不同,随访时应进行分层综合评价。首先评估疼痛、发热及神经功能变化,其次观察 CRP 和 ESR 趋势;仅在临床疗效欠佳、炎症指标反弹或出现新发神经体征等情况下,采用针对性 MRI 评估病灶。本研究进一步发现,CRP 变化与脓肿类 MRI 征象改善的一致性高于与骨髓信号变化的一致性,提示炎症指标更可能反映活动性炎症负荷,而骨髓信号异常受组织修复和重塑过程影响,恢复相对滞后。这并不意味着骨性 MRI 征象没有价值,而是提示 CRP 变化较快,更适于反映短期炎症负荷;ESR 及骨性改变可能滞后,MRI 则在识别脓肿、软组织扩展和神经结构受压方面不可替代[7][8]。因此,三者无需完全一致;疑似治疗失败时,MRI 解读宜优先关注旁脊柱和硬膜外软组织,而不应以单一骨髓信号作为停药、延长疗程或判定失败的依据。该综合评价思路也与我国原发脊柱非特异性感染循证指南所强调的规范化临床路径相一致[9][10]。

这种差异可由不同组织成分的修复时间窗解释。椎旁及硬膜外脓肿主要反映炎症负荷、液体积聚和占位效应,炎症得到控制后可较快缩小;椎体骨髓信号同时受残余水肿、肉芽组织、坏死组织清除及骨重塑影响,影像异常消退相对滞后。椎间盘血供有限,且结构损伤与修复过程缓慢,其异常可在感染控制后持续较长时间[11]。

MRI 所显示的并非单纯的活性感染,而是活性炎症、组织损伤及修复重塑共同作用的结果。软组织脓肿中的液体成分、炎性渗出及占位效应与当前感染活动度关系相对直接,因此在有效治疗后可较快减轻;相比之下,椎体骨髓异常信号不仅与炎症细胞浸润和骨髓水肿有关,还可受到骨小梁损伤、坏死组织吸收、肉芽组织形成以及后续纤维化和骨重塑的影响。因此,即使病原体负荷已经下降、全身炎症反应明显改善,骨髓 MRI 异常仍可能持续存在。椎间盘本身血供有限,感染造成的结构性破坏具有一定不可逆性,其 MRI 恢复可能进一步滞后。由此可见,本研究观察到的不同步,可能并非影像学与临床评价之间的矛盾,而是不同指标反映了疾病过程中不同的病理生理阶段。

本研究结果支持采用多维指标综合判断治疗反应。持续的椎体骨髓或椎间盘异常不能单独作为治疗失败、延长疗程或调整治疗方案的依据;临床评估应结合疼痛和发热等症状、CRP 变化趋势、神经功能以及椎旁和硬膜外软组织 MRI 表现。对于症状和 CRP 持续改善、神经功能稳定且软组织病灶缩小者,不宜仅为确认骨髓信号恢复而常规重复 MRI;若症状加重、CRP 反弹或出现新发神经功能障碍,则应复查 MRI 并重点评估脓肿、软组织扩展及神经结构受压[10][12]。

本研究存在以下局限性, 回顾性设计且样本量较小, 部分征象的适用分析集有限; 随访 MRI 时点不一致, 难以精确描述各征象的时间变化轨迹; 队列包含不同感染类型及治疗方式, 存在一定异质性; 此外, 缺少统一的长期随访和复发等结局, 尚不能评价不同 MRI 恢复模式的长期预后意义。上述结果仍需在更大样本、统一随访时点并包含长期结局的研究中验证。

参考文献

- [1] Stäbler, A. and Reiser, M.F. (2001) Imaging of Spinal Infection. *Radiologic Clinics of North America*, **39**, 115-135. [https://doi.org/10.1016/s0033-8389\(05\)70266-9](https://doi.org/10.1016/s0033-8389(05)70266-9)
- [2] Hecquet, S., Verhoeven, F., Aubry, S., Prati, C., Wendling, D., Chirouze, C., *et al.* (2021) Interest of Follow-Up Radiological Imaging in Patients with Pyogenic Vertebral Osteomyelitis. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article 2690. <https://doi.org/10.3390/jcm10122690>
- [3] Baxi, S., Malani, P.N., Gomez-Hassan, D. and Cinti, S.K. (2012) Association between Follow-Up Magnetic Resonance Imaging and Clinical Status among Patients with Spinal Infections. *Infectious Diseases in Clinical Practice*, **20**, 326-329. <https://doi.org/10.1097/ipc.0b013e3182639f6a>
- [4] Ahn, K., Kang, C.H., Hong, S., Kim, B.H. and Shim, E. (2020) The Correlation between Follow-Up MRI Findings and Laboratory Results in Pyogenic Spondylodiscitis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **21**, Article No. 428. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03446-4>
- [5] Kowalski, T.J., Layton, K.F., Berbari, E.F., *et al.* (2007) Follow-Up MR Imaging in Patients with Pyogenic Spine Infections: Lack of Correlation with Clinical Features. *AJNR. American Journal of Neuroradiology*, **28**, 693-699.
- [6] 王立强, 靳颖, 刘树芳, 等. 早期和非典型脊柱结核中 MRI 的诊断分析[J]. 河北医科大学学报, 2020, 41(9): 1047-1049, 1069.
- [7] Kakigi, T., Okada, T., Sakai, O., Iwamoto, Y., Kubo, S., Yamamoto, A., *et al.* (2015) Subcutaneous Fluid Collection: An Imaging Marker for Treatment Response of Infectious Thoracolumbar Spondylodiscitis. *European Journal of Radiology*, **84**, 1306-1312. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.03.027>
- [8] Yoon, S.H., Chung, S.K., Kim, K., Kim, H., Jin, Y.J. and Kim, H.B. (2009) Pyogenic Vertebral Osteomyelitis: Identification of Microorganism and Laboratory Markers Used to Predict Clinical Outcome. *European Spine Journal*, **19**, 575-582. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1216-1>
- [9] 李晶晶, 陈七一, 吕志彬, 等. CT 和 MRI 在布鲁杆菌脊柱炎诊断中的对比研究[J]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2017, 11(3): 287-291.
- [10] 中国医师协会骨科医师分会脊柱感染学组, 中国康复医学会脊柱专业委员会脊柱感染学组. 中国原发脊柱非特异性感染临床诊疗循证指南(2026 版) [J/OL]. 中华骨与关节外科杂志: 1-18. <https://link.cnki.net/urlid/10.1316.R.20260414.1035.004>, 2026-09-03.
- [11] Wang, Q., Babyn, P., Branson, H., Tran, D., Davila, J. and Mueller, E.L. (2009) Utility of MRI in the Follow-Up of Pyogenic Spinal Infection in Children. *Pediatric Radiology*, **40**, 118-130. <https://doi.org/10.1007/s00247-009-1406-3>
- [12] Berbari, E.F., Kanj, S.S., Kowalski, T.J., Darouiche, R.O., Widmer, A.F., Schmitt, S.K., *et al.* (2015) 2015 Infectious Diseases Society of America (IDSA) Clinical Practice Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Native Vertebral Osteomyelitis in Adults. *Clinical Infectious Diseases*, **61**, e26-e46. <https://doi.org/10.1093/cid/civ482>