

✧ 骨骼肌肉影像学

MRI typing and clinical significance of adult non-specific pyogenic spondylitis

ZHANG Ning¹, ZENG Xianjun¹, HE Laichang¹, HU Meidong¹, LIU Zhili^{2*},
LIU Jiaming², ZHANG Zhihong², CHEN Xuanyin², SHU Yong²
(1. Department of Imaging, 2. Department of Orthopedic Surgery, the First
Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China)

[Abstract] **Objective** To analyze MRI features of non-specific pyogenic spondylitis (PS) in adult, and to propose a new classification of PS. **Methods** Data of 34 patients with PS confirmed by pathology were retrospectively analyzed. The classification was based on the location of lesions and MRI performances of the involved spine columns. **Results** According to MRI performances, PS were divided into type I—V: Type I PS ($n=2$), simple bone erosion/destruction/edema of vertebral endplates without involving corresponding intervertebral disc; type II, pyogenic discitis ($n=2$), simple discitis without involvement of vertebral bodies; type III, pyogenic spondylodiscitis ($n=27$), spondylodiscitis involving both intervertebral disc and adjacent vertebral bodies, and 21 cases with secondary epidural phlegmon; type IV, pyogenic facet joint infection ($n=2$), with epidural phlegmon/abscess and leptomeningitis; type V, compound type ($n=1$), simultaneous trans-segments involved type III and type IV together. **Conclusion** MRI can accurately show the location and extent of the involvement of PS. MRI classification is beneficial to improve understanding of the pathological mechanism and diagnostic ability of PS.

[Keywords] spondylitis; osteomyelitis; discitis; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201810139

成人非特异性化脓性脊柱炎 MRI 分型及其临床意义

张 宁¹, 曾献军¹, 何来昌¹, 胡梅东¹, 刘志礼^{2*},
刘家明², 张志宏², 陈宣银², 舒 勇²
(1. 南昌大学第一附属医院影像科, 2. 骨科, 江西 南昌 330006)

[摘要] **目的** 分析成人非特异性化脓性脊柱炎的 MRI 表现并进行分型。**方法** 回顾性分析经病理确诊的 34 例化脓性脊柱炎患者资料, 根据累及脊柱部位及表现进行 MRI 分型。**结果** 根据 MRI 表现分为 I~V 型: I 型化脓性脊椎炎 2 例, 椎体终板出现骨质侵蚀/破坏/水肿, 相应椎间盘正常; II 型化脓性椎间盘炎 2 例, 椎间盘信号异常而邻近椎体未见骨质破坏; III 型化脓性脊椎-间盘炎 27 例, 同时出现椎体骨质破坏和相邻椎间盘信号异常, 其中 21 例继发硬膜外间隙炎症; IV 型化脓性小关节炎 2 例, 均继发硬膜外间隙炎症及脊膜炎; V 型复合型 1 例, 同时跨节段发生 III 型和 IV 型。**结论** MRI 可准确显示化脓性脊柱炎受累部位、范围, 分型有利于提高对化脓性脊柱炎病理机制的理解和诊断能力。

[关键词] 脊柱炎; 骨髓炎; 椎间盘炎; 磁共振成像

[中图分类号] R681.51; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2019)05-0740-05

[基金项目] 江西省科技厅重点研发计划项目(20171BBG70014)。

[第一作者] 张宁(1985—), 女, 江西九江人, 硕士, 主治医师。研究方向: 骨骼肌肉系统影像学诊断。E-mail: ningzhang1112@gmail.com

[通信作者] 刘志礼, 南昌大学第一附属医院骨科, 330006。E-mail: doctorliuzhili@126.com

[收稿日期] 2018-10-25 **[修回日期]** 2019-03-15

化脓性脊柱炎(pyogenic spondylitis, PS)是一种常见的脊柱感染类型,根据累及脊柱部位不同分为椎炎、椎间盘炎、椎体-间盘炎、小关节炎、硬膜外脓肿等,并可合并脊膜炎和脊髓炎^[1-2]。PS 年发病率约 0.2/100 000~2.4/100 000^[2-4],但随着人类寿命延长、免疫缺陷人群增多及诊断能力提高等原因,近年来 PS 发病率呈增长趋势^[3-4]。PS 对运动及神经系统损害明显,致残、致死率较高^[5],但症状常隐匿且不典型,实验室检查缺乏特异性,影像学及病理表现与其他类型感染存在重叠,细菌培养耗时长,且约 1/3 的患者多次培养仍呈阴性结果^[6],临床诊断较困难。本研究回顾性分析 PS 患者的 MRI 表现,根据累及脊柱部位进行分型,以期提高对不同感染途径、不同时期 PS 的认识及诊断水平。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2014 年 6 月—2017 年 6 月我院经活检或手术病理确诊的 34 例 PS 患者资料,男 21 例,女 13 例,年龄 37~73 岁,平均(57.4±10.6)岁;均接受 MR 检查,实验室检查资料齐全,随访满 1 年,排除既往有脊柱手术史、失访及诊断为特异性脊柱炎(结核性、布鲁氏菌性脊柱炎等)者。34 例中,11 例术后细菌培养阳性(6 例金黄色葡萄球菌,3 例大肠杆菌,1 例克雷伯杆菌,1 例仅得出革兰氏阳性菌结果),23 例阴性。临床表现主要为局部疼痛、脊柱活动受限、下肢肌力下降等。13 例有不同程度发热,10 例白细胞升高,32 例红细胞沉降率加快,33 例 C 反应蛋白升高;5 例合并高血压,4 例合并糖尿病,3 例合并慢性阻塞性肺疾病。

1.2 仪器与方法 采用 Siemens Avanto 1.5T 超导型 MR 扫描仪,8 通道脊柱相控阵线圈。扫描序列包括轴位、矢状位 TSE 序列 T2W (TR 3 500~4 000 ms, TE 77~108 ms);矢状位 TSE 序列 T1W (TR 400~581 ms, TE 12~30 ms);矢状位脂肪抑制 T2W (TR 3 540~4 200 ms, TE 81~120 ms);矩阵 320×256,矢状位 FOV 320 mm×320 mm,轴位 FOV 280 mm×280 mm,层厚 4 mm,层间距 1 mm,激励次数 2~3 次。增强扫描对比剂采用钆特酸葡胺(Gd-DOTA),剂量 0.1 mmol/kg 体质量,经肘静脉注射,注射完毕后即刻行矢状位、冠状位及轴位 TSE 序列脂肪抑制 T1W (TR 418~550 ms, TE 12~25 ms)扫描。

1.3 MRI 征象评价及分型 由 2 名有 7 年以上工作经验的影像科诊断医师共同协商阅片,记录病变部位、范围、椎间隙高度、椎体信号改变、椎体骨质破坏程度、

椎间盘形态及信号改变、椎体压缩塌陷与后突畸形、椎旁软组织异常、椎体及椎旁结构强化特点及是否存在硬膜外间隙异常、椎管狭窄及脊膜/脊髓异常。

根据 MRI 病变累及部位将 PS 分为 5 型:I 型,化脓性椎炎,椎体终板出现骨质侵蚀/破坏/水肿,相应椎间盘正常;II 型,化脓性椎间盘炎,椎间盘信号异常(异于邻近正常椎间盘)而邻近椎体未见骨质破坏;III 型,化脓性椎-间盘炎,同时出现椎体骨质破坏和相邻椎间盘信号异常;IV 型,化脓性小关节炎,累及小关节的骨髓炎;V 型,复合型,跨节段发生 I~IV 型中 2 种及以上不同部位感染。以上 I~V 型均可伴硬膜外炎症和/或脊膜炎。

2 结果

34 例 PS 中, I 型 2 例; II 型 2 例,其中 1 例合并硬膜外脓肿和脊膜炎; III 型 27 例,其中 4 例仅椎体和相应椎间盘受累,2 例合并脊膜炎,11 例继发硬膜外蜂窝织炎(5 例合并脊膜炎),6 例继发硬膜外脓肿和脊膜炎,4 例继发硬膜外混合性炎(蜂窝织炎+小脓肿)和脊膜炎; IV 型 2 例,均合并硬膜外炎症及脊膜炎; V 型(III+IV 复合型)1 例,同时跨节段发生化脓性椎-间盘炎和小关节炎,合并脊膜炎。累及颈椎 1 例,胸椎 6 例,腰椎 18 例,颈胸段 1 例,腰骶段 8 例。

2.1 I 型 2 例化脓性椎炎病变累及相邻 2 个椎体,椎体高度正常,T1WI 可见斑片状低信号,脂肪抑制 T2WI 终板区可见点片状高信号,以前缘为主,增强扫描呈均匀性斑片状强化;相应椎间盘正常;2 例均可见炎症局限在相邻 2 个椎体节段范围的前后纵韧带下;硬膜囊受压,椎管内未见异常(图 1)。

2.2 II 型 2 例化脓性椎间盘炎病灶分别位于 L₄₋₅和 L₅-S₁椎间盘,表现为椎间盘变扁、相应椎间隙狭窄,T2WI 呈明显条带状高信号,增强后不同程度强化,邻近终板未见侵蚀破坏,但见骨髓水肿信号,增强后呈斑片状强化。1 例病变位于 L₄₋₅椎间盘者广泛累及腰骶段脊膜并出现硬膜外炎症(图 2)。

2.3 III 型 27 例化脓性椎-间盘炎,椎体呈不同程度破坏。22 例 T1WI 低信号、T2WI 高信号;4 例混杂信号,在 T1WI 低信号内可夹杂条片状低信号及等信号;1 例 T1WI 呈等稍高信号,T2WI 斑片状低信号;增强后病变均呈弥漫性强化。5 例伴椎体不同程度压缩;2 例累及胸椎可见后突畸形。23 例椎间隙狭窄,相应椎间盘破裂塌陷,T2WI 可见高信号,其中 19 例呈条带状,4 例呈局限性点片状;3 例椎间隙高度正常,椎间盘形态完整,可见局限性($n=1$)或弥漫性 T2WI 高信

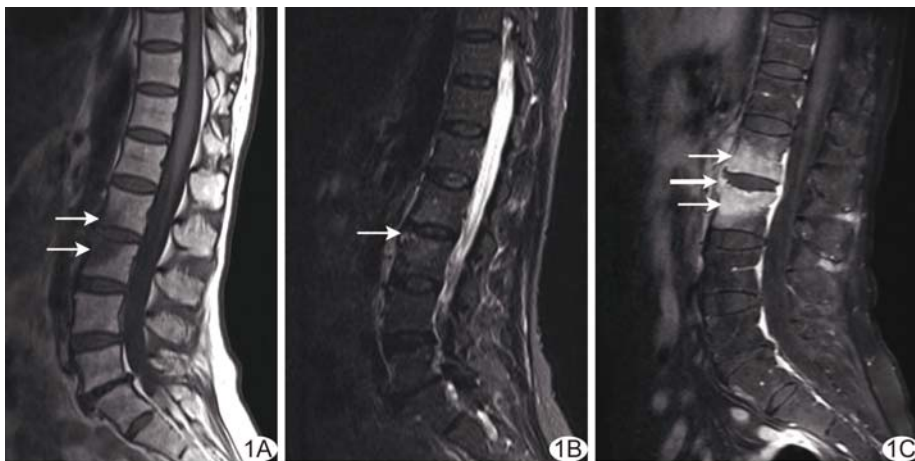


图1 患者女,64岁,PS I型,化脓性脊椎炎 T1WI(A)、脂肪抑制 T2WI(B)、增强 T1WI(C)显示局限于L2-3椎体前部的异常信号(细箭),增强扫描呈明显强化,局部终板轻微破坏,椎间盘信号基本正常,前纵韧带下可见炎症局部蔓延(粗箭)

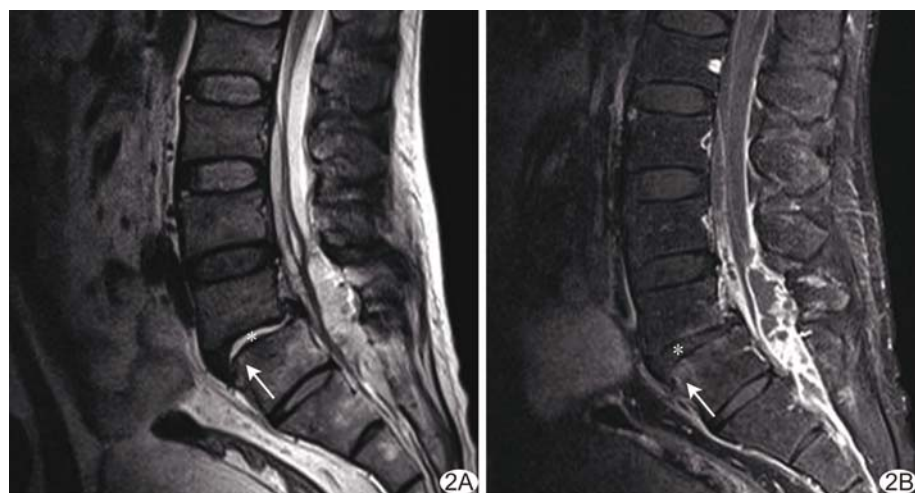


图2 患者男,49岁,PS II型,化脓性椎间盘炎 T2WI(A)和增强 T1WI(B)示L4椎体前移,L4-5椎间隙狭窄,见条带状T2WI高信号(*),终板前缘见少许水肿信号(箭),增强后可见强化,腰骶管内广泛硬膜外蜂窝织炎及脓肿形成,相应脊膜广泛强化

号($n=2$),增强后呈不同程度强化;1例椎间隙稍增宽,椎间盘呈弥漫性T2WI高信号。26例可见前后纵韧带下炎症侵犯,21例韧带破坏(正常低信号消失),11例病变范围超过2个椎体+椎间隙高度(9例位于腰椎/腰骶段,2例位于颈椎/颈胸段),11例可见小厚壁脓肿,3例可见椎旁薄壁脓肿形成,21例椎旁软组织边界模糊不清。21例合并硬膜外蜂窝织炎或脓肿,累及椎管腹侧。17例合并脊膜炎,可见脊膜明显强化,其中14例发生于腰椎/腰骶段。25例出现不同程度椎管狭窄(图3)。

2.4 IV型 2例化脓性小关节炎,均继发硬膜外蜂窝织炎、硬膜外脓肿和脊膜炎,累及腰骶段,小关节及周围

软组织 T1WI 呈等信号,T2WI 呈高信号,椎管内可疑等低异常信号,椎管狭窄,相应椎体及椎间盘未见受累,周围软组织结构紊乱,边缘模糊不清,增强扫描软组织明显弥漫性强化,局部可见脓肿形成,椎管内硬膜外炎症明显强化,均位于椎管背侧(图4)。

2.5 V型 1例同时跨节段(L2-3椎体-椎间盘及L3-4小关节)发生化脓性椎间盘炎和小关节炎,合并脊膜炎。

3 讨论

按致病菌不同,一般将脊柱感染分为化脓性(细菌)、肉芽肿性(结核/真菌)和寄生虫性(包虫等)3类^[3,7]。结核性脊柱炎和PS是脊柱感染最常见的2种类型。研究^[4,8]表明,全球结核性脊柱炎发病率呈下降趋势,而PS发病率呈上升趋势,约占脊柱感染的50%~60%^[2-3]。

PS最常见的致病菌为金黄色葡萄球菌,约占60%^[1];感染途径包括血源性和非血源性,前者又分为经动脉、静脉感染。脊柱终板下区相当于干骺端,动脉终末支血管分布丰富,尤其在椎体前部^[1],此为血源性PS最先/最常累及椎体前部终板下骨质的解剖学基础;随后炎症可突破皮

质,向韧带下、椎间盘、邻近椎体、后柱及椎管侵犯。经静脉途径主要通过无瓣膜的Batson静脉丛,是泌尿系统及盆腔器官感染脊柱的主要血源扩散途径。非血源性途径包括创伤、介入性操作等,多引起后柱感染^[1]。本组患者均为非特异性血源性化脓性脊柱炎。

PS好发于50岁以上男性患者,男女比例约2:1^[9],腰椎最常受累,约占45%~50%^[2,4,10],本组50岁以上患者占70.59%(24/34),男女比例1.6:1.0,76.47%(26/34)累及腰椎或腰骶段。PS起病隐匿,多数患者可不伴发热,Butler等^[10]的研究中发热患者仅占12.5%;白细胞计数可升高或不升高;炎症指标红细胞沉降率、C反应蛋白诊断PS的敏感度可高达90%~100%^[4,7-8],

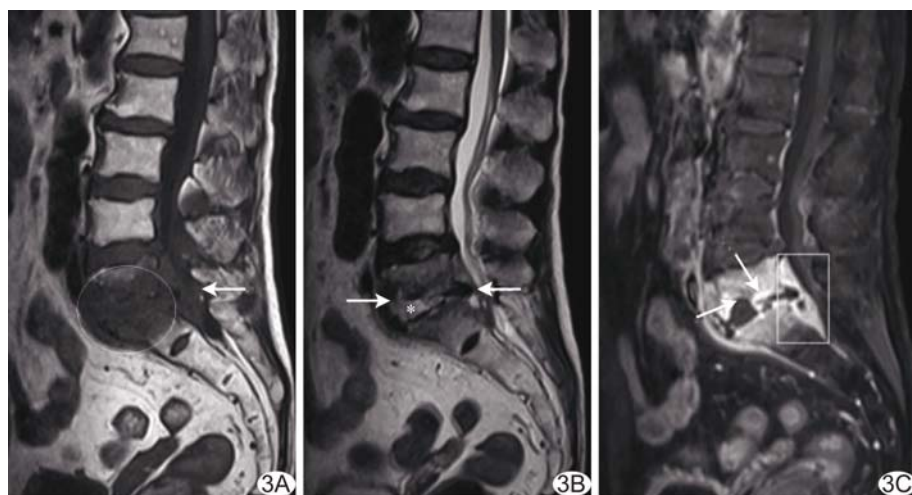


图3 患者女,80岁,PS III型,化脓性脊椎-间盘炎 T1WI(A)、T2WI(B)和增强 T1WI(C)示 L5-S1 椎体水平以终板为中心骨质侵蚀破坏及明显弥漫性强化(箭),相应椎间隙轻度狭窄,椎间盘边缘不规则,T2WI 呈明显高信号(*),炎症突破后纵韧带累及硬膜外间隙,小壁厚脓肿形成,椎管狭窄(方框)

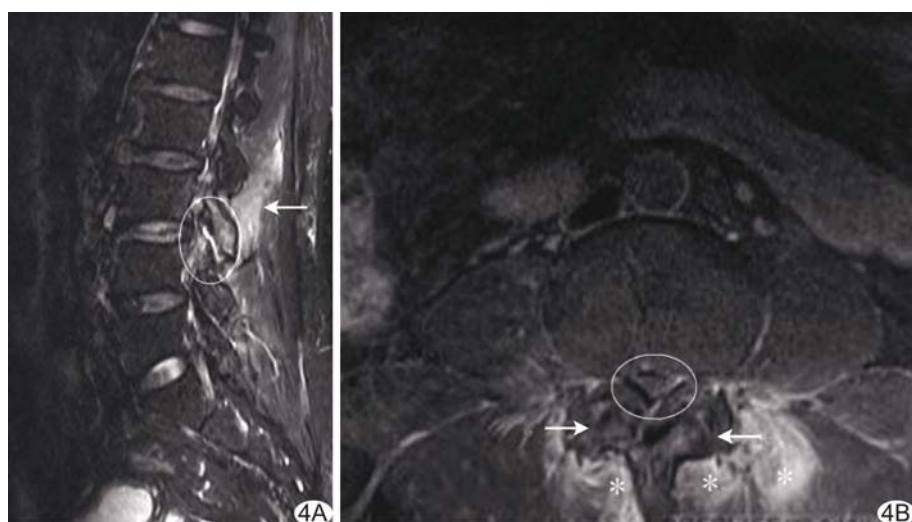


图4 患者男,49岁,PS IV型,化脓性小关节炎 脂肪抑制 T2WI(A)、增强 T1WI(B)示 L3-4 小关节 T2WI 高信号,关节间隙积液(A;圆圈),邻近软组织水肿,边界不清(箭),增强后明显强化(*),相应椎管狭窄(B;圆圈)

但特异度差,确诊困难。诊断 PS 的金标准为病原学分离出致病菌,但仅约 1/2~2/3 患者细菌培养阳性^[4,8,11]。本组细菌培养阳性不足 1/3,可能与低毒性细菌感染、培养前使用了抗生素以及活检技术有关。

本研究按脊柱受累部位,依照影像学观察思路及血源性感染途径规律,将 PS 分为 I~V 型,有利于影像学全面分析病变,为临床确定治疗方案提供依据。本组 I~III 型 PS 占 91.18%(31/34),与既往研究^[10]相符,也与血源性感染播散的途径吻合,考虑这 3 型可能为同一疾病的不同阶段^[7],即随着病程进展最终可

发展为脊椎-间盘炎。

本组 I 型 2 例,MRI 表现为轻微终板区及邻近骨髓异常信号,相应椎间盘表现为正常或与邻近椎间盘一致的退行性改变。此型 MRI 常易漏诊或误诊,需与 Modic I 型终板炎及急性 Schmorl's 结节相鉴别,鉴别要点为真空征、终板是否完整等^[12]。此型与早期结核等特异性脊柱感染鉴别困难^[13],因此对可疑脊柱炎患者进行短期 MR 复查非常必要,但复查时间窗尚无定论,Dunbar 等^[12]认为炎症 8~22 天内在 MRI 上会出现明确进展。此型常为疾病早期,若不合并硬膜外炎症/椎管狭窄,一般无需手术,预后较好。

本组 II 型 2 例,MRI 典型表现为椎间隙狭窄,椎间盘塌陷裂解,T2WI 呈现明显高信号,主要与化脓性细菌分泌蛋白分解酶分解椎间盘结构有关^[11]。刘历等^[14]认为此为椎间盘炎的重要征象。解剖学上,成人椎间盘为无血供结构。研究^[15]表明退变椎间盘的纤维环中血管生成相关生长因子可高度表达,使纤维环发生血管化,故成人椎间盘炎可来自血源性感染,且感染风险随椎间盘退变程度增加而增加。此型出现硬膜外间隙累及脊膜时易出现神经症状,需考虑手术治疗。

III 型为 PS 最常见类型,可由 I 型及 II 型发展而来,椎体及椎间盘不同程度破坏及信号异常,在此期间难以分辨初始感染来自椎体抑或椎间盘。椎体破坏程度往往较轻,本组所有椎体破坏均局限在半个椎体高度范围内;椎体压缩及后突畸形发生率低,一方面椎体破坏较轻,另一方面可能与 PS 好发于腰椎而非胸椎有关;因为蛋白水解酶的作用,椎间盘的破坏更彻底;增强后椎体多呈弥漫均匀性强化,可能与炎症反应有关,较少形成骨内脓肿;椎旁软组织多为蜂窝织炎,多局限,边界模糊,少部分可形成脓肿,但一般脓肿小,壁

相对厚而不规则。但在病变累及范围方面,本组 11 例此型患者韧带下炎症蔓延范围超过 2 个椎体+椎间隙高度,其中 9 例位于腰椎/腰骶段,可能与骶管空间大、炎症易于蔓延有关^[16]。本组 21 例合并硬膜外炎症,均位于椎管腹侧,25 例继发椎管狭窄。Sharif^[17]认为非特异性 PS 的脊膜播散非常罕见,与本组表现不同,可能与本组纳入患者均曾接受手术、病情较重有关。因此,需更多关注该型椎管内改变,合并硬膜外炎症时易造成神经损害,致死率和致残率较高,应首选手术治疗。

Ⅳ型为 PS 的少见类型,约占 PS 的 5%^[7]。附件的血供与椎体不同,多认为附件感染与介入性操作治疗相关,近年来血源性附件感染比例有所增高^[18]。本型 MRI 表现为小关节周围软组织肿胀,边界不清,可伴脓肿形成,邻近骨质可见侵蚀破坏。本组 2 例均发生于腰骶段,Babic 等^[18]提出附件感染好发于腰椎的原因是,随着脊柱退变,承重逐渐转移至椎小关节,使承重最大的腰椎小关节血行感染风险增加。本组 2 例均可见硬膜外累及,位于椎管背侧,范围广泛,且造成椎管狭窄,提示为原发性血源性感染^[18]。平扫 MRI 硬膜外炎症信号接近脑脊液,仅可见硬膜囊狭窄变形,易忽视,此时增强扫描尤为重要。

V 型罕见。本组 1 例同时跨节段发生 L2-3 椎间盘炎及 L3-4 小关节炎,推测为同一节段动脉来源感染,经脊柱背侧动脉分支及吻合支相交通所致。

综上所述,Ⅰ、Ⅱ型 PS 若无椎管狭窄/神经功能障碍,经药物治疗预后较好;Ⅲ、Ⅳ型易合并硬膜外炎症及脊膜炎,造成神经损害,以手术治疗为首选。MR 增强扫描对诊断 PS 具有重要价值,早期诊断可改善患者预后。

[参考文献]

- [1] Tali ET, Oner AY, Koc AM. Pyogenic spinal infections. *Neuroimaging Clin N Am*, 2015,25(2):193-208.
- [2] Kourbeti IS, Tsiodras S, Boumpas DT. Spinal infections: Evolving concepts. *Curr Opin Rheumatol*, 2008,20(4):471-479.
- [3] Rutges JP, Kempen DH, Dijk MV, et al. Outcome of conservative and surgical treatment of pyogenic spondylodiscitis: A systematic literature review. *Eur Spine J*, 2016, 25 (4): 983-999.
- [4] Cheung WY, Luk KD. Pyogenic spondylitis. *Int Orthop*, 2012, 36(2):397-404.
- [5] Aagaard T, Roed C, Dahl B, et al. Long-term prognosis and causes of death after spondylodiscitis: A Danish nationwide cohort study. *Infect Dis (Lond)*, 2016,48(3):201-208.
- [6] Sheikh AF, Khosravi AD, Goodarzi H, et al. Pathogen identification in suspected cases of pyogenic spondylodiscitis. *Front Cell Infect Microbiol*, 2017,7:60.
- [7] Hadjipavlou AG, Mader JT, Necessary JT, et al. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000,25(13):1668-1679.
- [8] Yee DK, Samartzis D, Wong YW, et al. Infective spondylitis in southern Chinese: A descriptive and comparative study of ninety-one cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010,35(6):635-641.
- [9] Pola E, Autore G, Formica VM, et al. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: Validation study on a population of 250 patients with a follow-up of 2 years. *Eur Spine J*, 2017,26(Suppl 4):479-488.
- [10] Butler JS, Shelly MJ, Timlin M, et al. Nontuberculous pyogenic spinal infection in adults: A 12-year experience from a tertiary referral center. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006,31(23):2695-2700.
- [11] Chang MC, Wu HT, Lee CH, et al. Tuberculous spondylitis and pyogenic spondylitis: Comparative magnetic resonance imaging features. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006,31(7):782-788.
- [12] Dunbar JA, Sandoe JA, Rao AS, et al. The MRI appearances of early vertebral osteomyelitis and discitis. *Clin Radiol*, 2010,65(12):974-981.
- [13] 张译微,朱新生,夏巴海提·伊明,等. MR 椎体终板破坏分型鉴别诊断布鲁菌性脊柱炎与结核性脊柱炎. *中国医学影像技术*, 2017,33(1):101-105.
- [14] 刘历,杨艺. 化脓性椎间盘炎的 MRI 表现及误诊分析. *医学影像杂志*, 2018,28(8):1359-1361.
- [15] Ali R, Le Maitre CL, Richardson SM, et al. Connective tissue growth factor expression in human intervertebral disc: Implications for angiogenesis in intervertebral disc degeneration. *Biotech Histochem*, 2008,83(5):239-245.
- [16] Uchida K, Nakajima H, Yayama T, et al. Epidural abscess associated with pyogenic spondylodiscitis of the lumbar spine: evaluation of a new MRI staging classification and imaging findings as indicators of surgical management: A retrospective study of 37 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010,130(1):111-118.
- [17] Sharif HS. Role of MR imaging in the management of spinal infections. *AJR Am J Roentgenol*, 1992,158(6):1333-1345.
- [18] Babic M, Simpfendorfer CS. Infections of the Spine. *Infect Dis Clin North Am*, 2017,31(2):279-297.