

腰椎射频消融髓核成形术后椎间隙感染的临床表现及治疗策略

张立志, 张阳, 张志成, 王俊峰, 王飞, 张思萌, 李放, 孙天胜
(解放军总医院第七医学中心骨科, 北京 100700)

【摘要】 目的: 探讨经皮穿刺腰椎射频消融髓核成形术后椎间隙感染的临床表现及治疗措施。方法: 对 2009 年 6 月至 2019 年 6 月使用低温等离子射频消融髓核成形技术进行经皮腰椎椎间盘减压术 496 例患者回顾性分析, 其中 6 例出现椎间隙感染, 总感染率 1.21%; 均为男性, 年龄 20~61 岁, 平均 33.7 岁; 接受单节段射频消融 3 例, 双节段 2 例, 3 节段 1 例, 共计 10 个椎间盘。1 例术前合并 2 型糖尿病。感染发生间隔时间 21~65 d。结果: 6 例均获得随访, 时间 18~40 个月, 平均 24 个月。其中 2 例出现腰背痛伴发热症状, 影像学检查可见椎间隙感染伴脓肿; 另外 4 例出现腰背痛但无发热症状, MRI 可见感染椎间隙终板或椎体异常信号。1 例血液培养出沃氏葡萄球菌, 其余 5 例细菌培养阴性。6 例确诊后均给予抗生素治疗, 4 例经过保守治疗感染控制, 1 例行腰椎后路感染病灶清理手术, 1 例行腰椎后路感染病灶清理+椎间植骨融合内固定手术。结论: 腰椎射频消融髓核成形术发生椎间隙感染应该引起足够重视。严格无菌操作, 避免多节段反复穿刺, 做到早发现、早治疗, 根据感染的严重程度选择合适的治疗方法是取得疗效的保证。

【关键词】 经皮减压术; 低温等离子; 髓核成形术; 椎间盘源性腰痛; 腰椎感染

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.09.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical manifestation and treatment strategy of intervertebral space infection after radiofrequency ablation of lumbar nucleus pulposus

ZHANG Li-zhi, ZHANG Yang, ZHANG Zhi-cheng, WANG Jun-feng, WANG Fei, ZHANG Si-meng, LI Fang, SUN Tian-sheng
(Department of Orthopaedics, the Seventh Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100700, China)

ABSTRACT Objective To study the clinical manifestations and treatment of intervertebral space infection after percutaneous lumbar radiofrequency ablation of nucleus pulposus. **Methods** A retrospective analysis was performed of 496 patients who underwent percutaneous lumbar disc decompression using low-temperature plasma radiofrequency ablation nucleus pulposus from June 2009 to June 2019. Six patients had lumbar infection, and the infection rate was 1.21%. All patients were male, ranging in age from 20 to 61 years old. Three patients underwent single segment radiofrequency ablation, two patients underwent dual segments ablation; and one patient underwent three segment ablation, totaling 10 intervertebral discs. One patient was complicated with type 2 diabetes before operation. The interval between infection occurrence ranged from 21 to 65 days. **Results** All 6 patients were followed up, and the duration ranged from 18 to 40 months, with an average of 24 months. Among them, 2 patients presented with symptoms of low back pain accompanied by fever, and imaging examination showed intervertebral space infection accompanied by abscess. In addition, 4 patients experienced low back pain but no fever, and MRI showed abnormal signals of the infected intervertebral endplate or vertebral body. One patient showed staphylococcus aureus in blood culture, while the remaining 5 patients showed negative bacterial culture. All the patients were treated with antibiotics after diagnosis. Four patients were treated with conservative management to control infection; 1 patient was treated with debridement of posterior lumbar infection focus, and 1 patient was treated with debridement of posterior lumbar infection focus combined with interbody fusion and internal fixation. **Conclusion** The occurrence of intervertebral space infection during lumbar radiofrequency ablation nucleoplasty should be given sufficient attention. Strict aseptic technique, avoiding repeated multi segment puncture, realizing early detection and treatment, and selecting appropriate treatment methods according to the severity of infection is the guarantee of achieving curative effect.

KEYWORDS Percutaneous decompression; Low temperature plasma; Nucleus pulposus plasty; Discogenic low back pain; Lumbar infection

基金项目: 首都卫生发展科研专项项目(编号: 2020-2-5091)

Fund program: Capital Health Development Scientific Research Project(No.2020-2-5091)

通讯作者: 张志成 E-mail: dr_zhangzhicheng@126.com

Corresponding author: ZHANG Zhi-cheng E-mail: dr_zhangzhicheng@126.com

顽固性椎间盘源性腰痛行椎间融合手术疗效佳^[1],但是患者要承受围手术期相关的风险,如神经、血管损伤,感染,临近节段退变等;并且临床上多数患者对于腰痛行开放手术还是比较谨慎的。经皮穿刺腰椎射频消融髓核成形术已经在临床开展许多年,目前仍然在临床广泛使用,具有创伤小、术后恢复快等优点,其临床效果得到医患肯定,是椎间盘源性腰痛阶梯治疗中非常重要的治疗措施之一。对于髓核成形相关并发症,尤其是椎间感染等严重并发症报道相对少见^[2-3],尤其对于椎间感染的临床特征及治疗策略却未见详细报道。本研究回顾性分析近 10 年在我院行经皮穿刺腰椎射频消融髓核成形术而发生椎间隙感染的 6 例资料,通过采取不同治疗措施达到临床治愈,报告如下。

1 临床资料

回顾性分析 2009 年 6 月至 2019 年 6 月接受腰椎低温等离子射频消融髓核成形术治疗的 496 例临床资料。其中 6 例出现椎间隙感染,感染率 1.21%;均为男性,年龄 20~61 岁,平均 33.7 岁;接受单节段射频消融 3 例,双节段 2 例,3 节段 1 例,共 10 个椎间盘。射频消融术前诊断均为椎间盘源性腰痛。6 例腰痛平均病史 3.5 年,术前均经过半年以上系统保守治疗。术前影像学检查包括腰椎正侧、前屈后伸位 X 线片,腰椎 CT 三维重建以及腰椎 MRI。根据 PFIRMAN 等^[4]椎间盘退变分级:Ⅲ级 5 个节段,Ⅳ级 5 个节段。临床表现腰背痛伴或不伴有下肢放射性疼痛;疼痛性质以久坐或长时间站立后为甚,活动后减轻。术中行激发性椎间盘造影确定责任节段^[5]。6 例一般资料见表 1。

2 治疗方法

患者取俯卧位,腰背部常规消毒铺无菌单。以病变椎间盘中心为靶点,于棘突旁开 7~8 cm 处为穿刺点,0.5%利多卡因注射液逐层麻醉至纤维环,更换穿刺针,在 C 形臂 X 线机透视下确定穿刺针尖穿过纤维环到达髓核内,取出内芯。沿着工作通道注入泛影

葡胺注射液 0.5 ml,观察是否复制腰背部疼痛并透视造影剂是否渗漏。然后将等离子刀头经工作通道穿入髓核,消融起点为进入侧纤维环的内层,终点为对侧纤维环的内层。将治疗强度设为 3 档、脚踏“消融键”,持续 15~20 s,此时可见气泡自工作通道外口溢出,再脚踏“热凝键”持续 45~60 s。手术完毕后,拔除穿刺针,无菌敷料包扎覆盖。术后第 2 天指导患者佩戴腰围支具下地活动锻炼,术后 3 d 内穿刺部位勿着水。

3 结果

6 例均获得随访,时间 18~40 个月,平均 24 个月。1 例术前合并 2 型糖尿病。感染发生间隔时间 21~65 d。其中 2 例出现腰背痛伴发热症状,影像学检查可见椎间隙感染伴脓肿;另外 4 例出现腰背疼痛但无发热症状,MRI 可见感染椎间隙终板或椎体异常信号。术前 1 例白细胞 $12.08 \times 10^9 \cdot L^{-1}$,粒细胞百分比 78.1%;4 例出现红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)升高,ESR 15~46 mm·h⁻¹;所有患者 C 反应蛋白(Creactive protein, CRP)升高,数值 11.1~69.0 mg·dl⁻¹;所有患者行血培养,其中 1 例培养出沃氏葡萄球菌,其余患者细菌培养阴性。患者确诊后均给予抗生素治疗;4 例经过保守治疗感染控制,1 例行腰椎后路感染病灶清理手术,1 例行腰椎后路感染病灶清理+椎间植骨融合内固定手术。患者感染确诊时腰背部疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)为 3~6 分,经过治疗及 18 个月以上的随访,腰背部 VAS 为 1~3 分。6 例感染确诊时相关炎症指标、血培养结果见表 2,典型病例影像学资料见图 1、图 2。

4 讨论

4.1 椎间盘源性腰痛的治疗选择及并发症

椎间盘源性腰痛(discogenic low back pain, DLBP)临床诊断时需要除外影像学上的神经压迫情况以及腰椎不稳^[6-7]。此类疾病临床常见,大部分患者经过系统保守治疗后症状能够缓解。而部分出现

表 1 椎间隙感染 6 例一般资料

Tab 1 General information of 6 patients with intervertebral space infection

患者序号	性别	年龄	Pfirman 分级/个		病变节段数/个	合并症	是否发热	并发症	感染确诊时间/d	治疗方法
			Ⅲ级	Ⅳ级						
1	男	38	1		1	无	否	感染	33	保守
2	男	61	1	1	2	糖尿病	37.8℃	感染伴脓肿	60	清创+融合手术
3	男	22	1	1	2	无	38.9℃	感染伴脓肿	45	清创手术
4	男	20		1	1	无	否	感染	21	保守
5	男	20	1		1	无	否	感染	65	保守
6	男	41	1	2	3	无	否	感染	30	保守

顽固性腰背部疼痛,症状反复发作,严重影响日常生活。对于这类患者也可以采用外科手术治疗。融合手术是一种终极手术方案,可有效缓解腰背部疼痛。但其手术创伤较大,存在神经损害风险,远期可导致临近节段退变等并发症^[8]。经皮穿刺腰椎射频消融髓核成形技术在临床应用多年,通过对髓核组织热凝

与消融,降低椎间盘内压力,达到减压目的;从而减轻腰背部疼痛症状。既往文献报道^[9]显示该手术方式取得了满意临床效果。它是一种经皮微创操作,术后并发症低。文献荟萃^[10]报道腰椎髓核成形手术总的并发症发生率为 1.8%,包括出血、脑膜炎、神经损伤、椎间隙感染等。但对腰椎射频消融术后椎间隙感

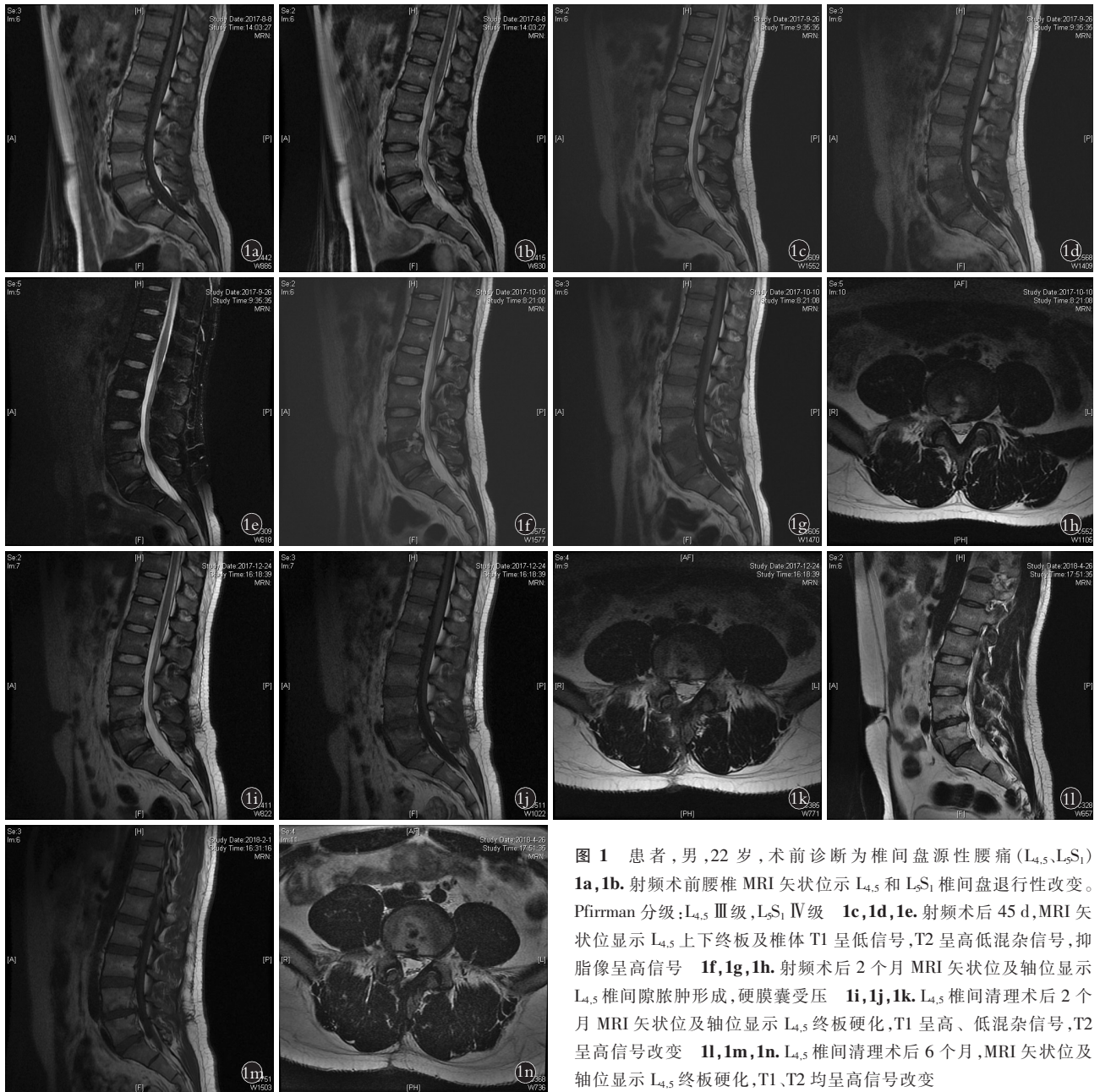


图 1 患者,男,22 岁,术前诊断为椎间盘源性腰痛(L_{4,5}、L₅S₁) **1a,1b.** 射频术前腰椎 MRI 矢状位示 L_{4,5} 和 L₅S₁ 椎间盘退行性改变。Pfirman 分级:L_{4,5} Ⅲ级,L₅S₁ Ⅳ级 **1c,1d,1e.** 射频术后 45 d,MRI 矢状位显示 L_{4,5} 上下终板及椎体 T1 呈低信号,T2 呈高低混杂信号,抑脂像呈高信号 **1f,1g,1h.** 射频术后 2 个月 MRI 矢状位及轴位显示 L_{4,5} 椎间隙脓肿形成,硬膜囊受压 **1i,1j,1k.** L_{4,5} 椎间清理术后 2 个月 MRI 矢状位及轴位显示 L_{4,5} 终板硬化,T1 呈高、低混杂信号,T2 呈高信号改变 **1l,1m,1n.** L_{4,5} 椎间清理术后 6 个月,MRI 矢状位及轴位显示 L_{4,5} 终板硬化,T1、T2 均呈高信号改变

Fig.1 A 22-year-old male patient with preoperative diagnosis of discogenic low back pain (L_{4,5},L₅S₁) **1a,1b.** The sagittal MRI of the lumbar spine before radiofrequency surgery showed degenerative changes in the L_{4,5} and L₅S₁ intervertebral discs. Pfirman grading:L_{4,5} of Grade Ⅲ, while L₅S₁ of Grade Ⅳ **1c,1d,1e.** Forty-five days after radiofrequency surgery, MRI sagittal imaging showed low signal on the L_{4,5} upper and lower endplates and vertebral body on T1, mixed signal on T2, and high signal on Liposuppression imaging **1f,1g,1h.** Two months after radiofrequency surgery, sagittal and axial MRI showed L_{4,5} intervertebral space abscess formation and thecal sac compression **1i,1j,1k.** L_{4,5} intervertebral cleaning surgery, MRI sagittal and axial images showed sclerosis of the L_{4,5} endplate, with mixed high and low signal intensity on T1 and high signal intensity on T2 **1l,1m,1n.** Six months after L_{4,5} intervertebral clearance surgery, MRI sagittal and axial images showed sclerosis of the L_{4,5} endplate, with high signal intensity changes on both T1 and T2

表 2 椎间隙感染 6 例确诊时相关炎症指标和血培养结果

Tab.2 Related inflammatory indicators and blood culture results at the time of diagnosis in 6 patients with intervertebral space infection

患者序号	白细胞/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	粒细胞/%	C 反应蛋白/($mg \cdot dl^{-1}$)	红细胞沉降率/($mm \cdot h^{-1}$)	血培养及体液培养
1	8.97	58.0	12.7	23	阴性
2	7.70	64.0	14.2	42	沃氏葡萄球菌
3	12.08	78.1	69.0	46	阴性
4	6.73	69.4	18.8	18	阴性
5	9.73	61.4	18.3	27	阴性
6	7.83	67.7	11.1	15	阴性

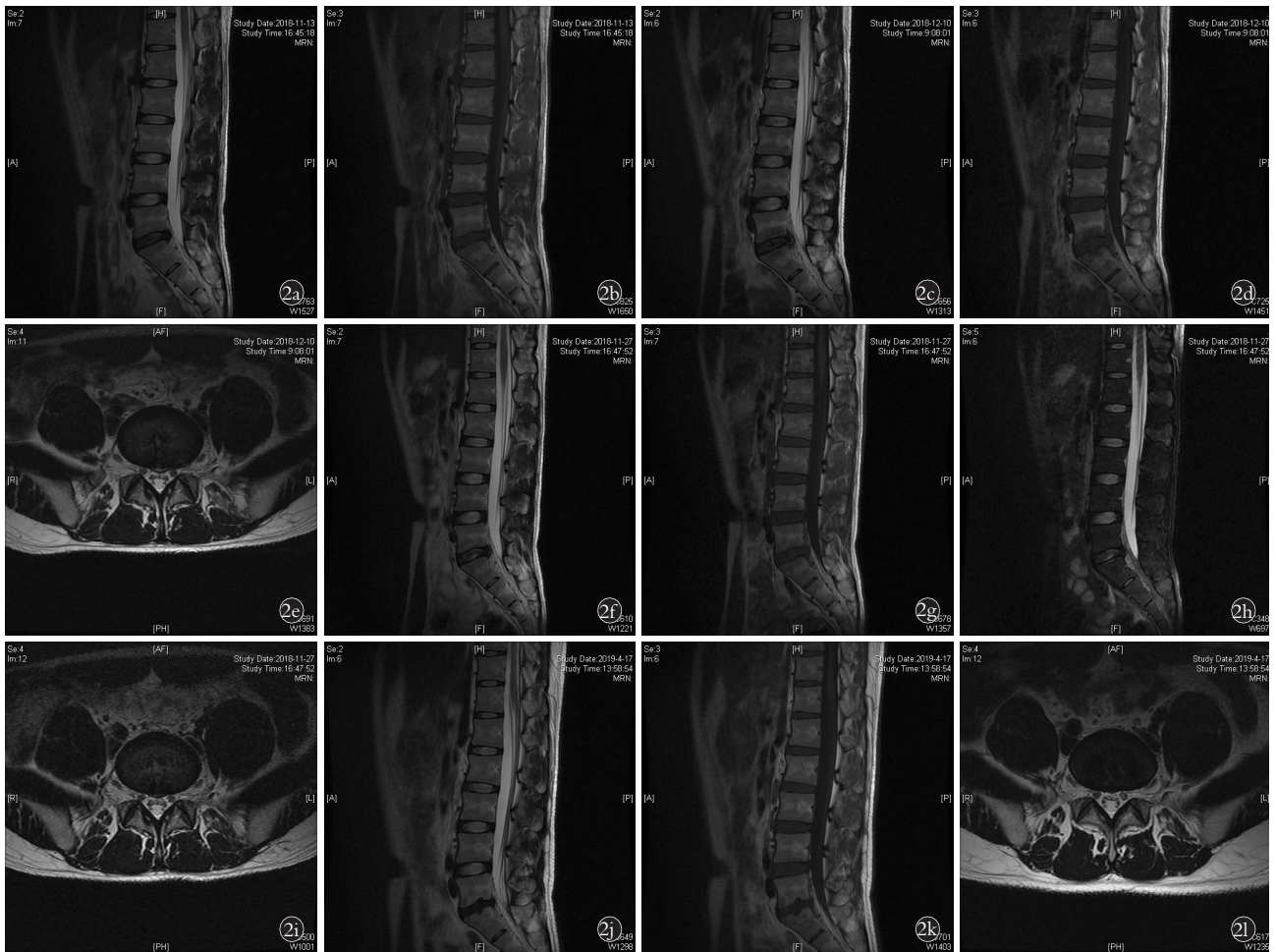


图 2 患者,男,20 岁,术前诊断为椎间盘源性腰痛(L₅S₁) 2a,2b. 射频术前核磁矢状位 L₅S₁ 椎间盘退行性改变,Pfirman 分级 L₅S₁ IV 级 2c,2d,2e. 腰椎射频术后 21 d,MRI 矢状位及轴位显示 L₅S₁ 上下终板及椎体 T1 呈低信号,T2 呈高低混杂信号 2f,2g,2h,2i. 腰椎射频术后 48 d,MRI 矢状位及轴位显示 L₅S₁ 上下终板及椎体 T1 呈广泛低信号,T2 呈高杂信号伴有终板损伤信号,无明显脓肿形成 2j,2k,2l. 腰椎射频术后 5 个月,MRI 矢状位及轴位显示 L₅S₁ 椎间隙狭窄,上下终板及椎体呈正常信号,上下终板凹陷改变

Fig.2 A 20-year-old male patient with preoperative diagnosis of discogenic low back pain (L₅S₁) 2a,2b. Degenerative changes of L₅S₁ intervertebral disc in sagittal MRI before radiofrequency surgery,Pfirman grading IV of L₅S₁ 2c,2d,2e. Twenty-one days after lumbar radiofrequency surgery,MRI sagittal and axial images showed low signal intensity in the upper and lower endplates of L₅S₁ and vertebral body on T1,and mixed signal intensity on T2 2f,2g,2h,2i. Forty-eight days after lumbar radiofrequency surgery,MRI sagittal and axial images showed extensive low signal intensity in the upper and lower endplates of L₅S₁ and vertebral body on T1,and high mixed signal intensity on T2 accompanied by endplate injury signals,without significant abscess formation 2j,2k,2l. Five months after lumbar radiofrequency surgery,MRI sagittal and axial images showed stenosis in the L₅S₁ intervertebral space,normal signals in the upper and lower endplates and vertebral bodies,and changes in the concavity of the upper and lower endplates

染危险因素、临床特点及治疗措施未见详细报道。本文通过对腰椎射频消融术后出现椎间隙感染患者进行回顾性分析,归纳总结感染发生时间、因素及治疗措施,以期指导临床治疗。

4.2 DLBP 术后椎间隙感染的特点、诊断依据及治疗措施

在 2009 年 6 月至 2019 年 6 月期间累计治疗腰椎射频患者 496 例,其中 6 例术后出现椎间隙感染,感染率为 1.21%。文献报道^[11]射频消融术早期常见并发症包括术后穿刺部位疼痛、新发麻木、刺痛,腰痛加剧和新的腰痛,而感染报道未见。文献中将“早期”设定为射频术后 2 周内。本研究患者术后出现感染时间 21~65 d。所有感染时间发生在术后 3 个月内,该类型感染均为早发性感染^[12]。腰椎射频感染早期缺乏典型的临床症状,且发热并不常见,诊断困难,容易漏诊。本研究中仅 2 例出现发热。所有感染患者临床表现为射频术后腰背部疼痛缓解一段时间后疼痛再次加重,伴或不伴有发热。研究表明^[13-14]白细胞计数增高和(或)粒细胞比率升高对诊断感染不敏感且缺乏特异性;ESR 和 CRP 对感染灵敏度可达到 98%和 100%,但是不具备特异性。本组病例化验显示 1 例白细胞计数升高,达到 $12.08 \times 10^9 \cdot L^{-1}$,粒细胞比例 78.1%;其余 5 例白细胞均在正常范围。4 例出现 ESR 升高,所有患者 CRP 升高。MRI 在诊断脊柱感染性疾病具有重要意义,其灵敏度及特异性达到 90%以上^[15-16]。本组病例核磁显示:病变椎间隙 T1WI 呈低信号,T2WI 呈高信号或混杂信号改变,在脂肪抑制的 T2WI 显示高信号更明显;严重患者可出现椎管内脓肿,硬脊膜或神经根受压。根据患者的病史、症状及临床体征、化验结果、影像学检查,患者可以明确腰椎射频消融术所导致的感染。因此,腰椎射频术后出现腰背部疼痛缓解,间隔一段时间后疼痛再次加重,化验 ESR、CRP 升高,核磁检查显示椎体或椎间隙异常信号,或椎管内脓肿形成可作为诊断椎间隙感染可靠指标。

椎间隙感染与终板炎在治疗方法是不同的,临床中应进行有效鉴别。终板炎也称 Modic 改变,目前对于 Modic 改变的 MRI 信号分型,学者认识比较统一;而对于其病因病理学机制还存在一定争议。多数学者认为 Modic 改变为椎间盘退变及终板慢性损伤导致;也有学者^[17]认为 Modic 改变是由低毒性细菌感染(痤疮丙酸杆菌为主)引起,该致病菌是一种厌氧菌;而椎间盘内是厌氧环境,椎间盘组织容易损伤,自身修复能力低。基于此理论终板炎多由无创的皮肤低毒性微生物(厌氧的丙酸杆菌源性痤疮)入侵造成;而本组患者均在进行了有创操作术后出现感

染。其次 Modic 改变的 MRI 表现为椎体终板及邻近椎体异常信号,边缘清晰,无骨质破坏,椎间盘退变,椎间隙不规则狭窄;而椎间隙感染则表现为椎间盘及终板破坏,终板与邻近椎体分界不清。再次终板炎抗生素治疗无效或效果不佳;而椎间隙感染抗生素治疗有效。基于以上 3 点考虑本组病例为有创操作造成继发性椎间隙感染。

当患者诊断为椎间隙感染,若能明确致病菌,选择治疗方案时可以应用敏感抗生素,对指导临床治疗意义重大。目前最常用的诊断方法是血培养和病变部位穿刺活检。国内文献报道^[18]血培养阳性率并不高,42.7%~51.9%。而本组病例中仅 1 例血培养阳性,阳性率为 16.7%。这可能与部分患者样本收集前使用抗生素,该组病例中伴有发热症状少等因素有关。文献报道穿刺活检具有更高的检出率^[19-20],高达 77%~95.8%,且穿刺活检前使用抗生素并不影响检出率。本研究中并未进行病变区域穿刺活检,考虑患者临床症状相对较轻,使用抗生素后症状缓解满意,部分患者比较抗拒有创诊断等因素有关。金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌是脊柱感染最常见致病菌,而本组血培养阳性患者致病菌为沃氏葡萄球菌。本组中有 4 例患者经过保守抗感染治疗后症状缓解;2 例采取手术治疗,其中 3 号病例考虑年轻,采用腰椎后路病灶清创术;2 号病例采用后路腰椎病灶清理椎间植骨融合内固定术,术后患者症状均得到比较满意恢复。6 号病例由于症状较轻微,在卧床同时给予口服环丙沙星 4 周后症状缓解。1 号、4 号、5 号病例给予静滴万古霉素 6 周后改口服左氧氟沙星 4 周症状缓解。2、3 号病例早期给予静滴万古霉素后症状缓解不明显,且出现进行性下肢损害,腰椎核磁显示脓肿形成,因此给予清创治疗,术后继续静滴抗炎治疗 6 周,患者症状缓解。因此,腰椎感染及椎管内脓肿形成是腰椎射频消融术比较严重并发症,根据抗感染治疗后患者临床表现及影像学结果决定是否手术治疗。

4.3 DLBP 术后椎间隙感染的原因分析

在临床中发现良好的穿刺位置,尤其是避免损伤椎体上下终板软骨,可以有效减少患者术中疼痛及术后并发症。4 号病例 L₅S₁ 节段椎间盘退变,由于髂嵴相对高,术中穿刺困难,针位不佳,造成骶骨上终板损伤,患者术中表现为腰背部疼痛严重,术后出现感染及终板炎性改变(图 2)。在成人,细菌通常经过终板向相邻椎体播散体。因此,有作者指出^[21],当患者椎间盘高度<50%时应慎重选择射频消融手术。其次避免反复多节段穿刺,在本研究中,6 号病例同时行 3 个部位穿刺造影并行射频消融治疗,术中操

作时间延长,且同一枚穿刺针多节段反复穿刺,最后发生感染。因此术中根据椎间盘造影结果选择性射频消融术,避免多节段操作。5号病例由1名研究生在带教老师指导下操作,术中操作时间较长,多次穿刺位置不佳并将穿刺针拔出体外,最后出现椎间隙感染;该穿刺操作看似简单,但是仍需一定手术技巧,当穿刺困难时,需要有经验医师接替操作,避免反复操作造成感染。1号和3号病例均为青年患者,术前化验炎症指标均正常,亦无任何合并症,2例患者有吸烟病史,术中均行椎间盘造影,吸烟与造影是椎间隙感染的风险因素,但是该2例患者术后出现腰椎感染原因不明确。2号病例既往糖尿病病史近20年,血糖控制不平稳,但术前化验炎症指标均正常;该病例出现射频术后感染可能与血糖控制不佳有关。其次我院目前所有行射频消融手术患者术前及术后均不应用抗生素,而椎间隙感染是一种潜在的严重的并发症;因此是否对患有糖尿病或自身免疫性疾病的患者术前采取单次口服或静滴抗生素预防感染仍需进一步研究及探讨。

综上所述,经皮穿刺腰椎射频消融手术作为治疗椎间盘源性腰痛的阶梯微创术式,具有创伤小、操作简单、术后恢复快、疗效满意等优点。但手术后出现椎间隙感染的发生率并不低,应该引起足够重视;术中严格无菌操作,尽量保证良好的穿刺针位,避免损伤终板软骨;避免同一患者反复穿刺及多部位穿刺。尽早发现并及时抗感染治疗;若感染控制不佳或出现进行性神经损害时及时采取适当手术治疗。

参考文献

- [1] 王华东,侯树勋,史亚民,等. 腰椎后路椎体间融合治疗椎间盘源性腰痛的疗效观察[J]. 中国骨与关节杂志,2015,4(12):969-972.
WANG H D, HOU S X, SHI Y M, et al. Posterior lumbar interbody fusion in the treatment of discogenic low back pain[J]. Chin J Bone Joint, 2015, 4(12):969-972. Chinese.
- [2] YANG B, XIE J K, YIN B, et al. Treatment of cervical disc herniation through percutaneous minimally invasive techniques[J]. Eur Spine J, 2014, 23(2):382-388.
- [3] LEE S J, CHOI E J, NAHM F S. Spondylodiscitis after cervical nucleoplasty without any abnormal laboratory findings[J]. Korean J Pain, 2013, 26(2):181-185.
- [4] PFIRRMANN C W, METZDORF A, ZANETTI M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. Spine, 2001, 26(17):1873-1878.
- [5] MAUS T P, APRILL C N. Lumbar diskogenic pain, provocation diskography, and imaging correlates[J]. Radiol Clin North Am, 2012, 50(4):681-704.
- [6] Simon J, Mcauliffe M, Shamim F, et al. Discogenic low back pain[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2014, 25(2):305-317.
- [7] FUJII K, YAMAZAKI M, KANG J D, et al. Discogenic back pain: literature review of definition, diagnosis, and treatment[J]. JBMR Plus, 2019, 3(5):e10180.
- [8] HASHIMOTO K, AIZAWA T, KANNO H, et al. Adjacent segment degeneration after fusion spinal surgery—a systematic review[J]. Int Orthop, 2019, 43(4):987-993.
- [9] KAPURAL L, VROOMAN B, SARWAR S, et al. A randomized, placebo-controlled trial of transdiscal radiofrequency, biacuplasty for treatment of discogenic lower back pain[J]. Pain Med, 2013, 14(3):362-373.
- [10] EICHEN P M, ACHILLES N, KONIG V, et al. Nucleoplasty, a minimally invasive procedure for disc decompression: a systematic review and meta-analysis of published clinical studies[J]. Pain Physician, 2014, 17(2):E149-E173.
- [11] BHAGIA S M, SLIPMAN C W, NIRSCHL M, et al. Side effects and complications after percutaneous disc decompression using coblation technology[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2006, 85(1):6-13.
- [12] HEDEQUIST D, HAUGEN A, HRESKO T, et al. Failure of attempted implant retention in spinal deformity delayed surgical site infections[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(1):60-64.
- [13] ZIMMERLI W. Clinical practice. vertebral osteomyelitis[J]. N Engl J Med, 2010, 362(11):1022-1029.
- [14] KWON J W, HYUN S J, HAN S H, et al. Pyogenic vertebral osteomyelitis: clinical features, diagnosis, and treatment[J]. Korean J Spine, 2017, 14(2):27-34.
- [15] TINS B J, CASSAR-PULLICINO V N. MR imaging of spinal infection[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2004, 8(3):215-229.
- [16] GALHOTRA R D, JAIN T, SANDHU P, et al. Utility of magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of tubercular and pyogenic spondylodiscitis[J]. J Nat Sci Biol Med, 2015, 6(2):388-393.
- [17] STIRLING A, WORTHINGTON T, RAFIQ M, et al. Association between sciatica and Propionibacterium acnes[J]. Lancet, 2001, 357(9273):2024-2025.
- [18] 陈韦东, 范吉文, 郑明辉, 等. 脊柱内固定术后深部感染致病菌检出率及影响因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(10):867-871.
CHEN W D, FAN J W, ZHENG M H, et al. Detection rate of pathogenic bacteria and its potential risk factors in deep infection after spinal instrumented surgery[J]. Chin J Spine Spinal Cord, 2020, 30(10):867-871. Chinese.
- [19] MYLONA E, SAMARKOS M, KAKALOU E, et al. Pyogenic vertebral osteomyelitis: a systematic review of clinical characteristics[J]. Semin Arthritis Rheum, 2009, 39(1):10-17.
- [20] 徐良志, 谢恩, 郝定均, 等. 椎间隙改良穿刺抽吸活检对腰椎化脓性椎间盘炎的诊断价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(8):734-737.
XU L Z, XIE E, HAO D J, et al. The value of modified puncture and aspiration biopsy in diagnosis of purulent discitis[J]. Chin J Spine Spinal Cord, 2014, 24(8):734-737. Chinese.
- [21] COHEN S P, WILLIAMS S, KURIHARA C, et al. Nucleoplasty with or without intradiscal electrothermal therapy (IDET) as a treatment for lumbar herniated disc[J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(Suppl):S119-S124.