

•非血管介入 Non-vascular intervention•

椎体压缩性骨折 MRI 信号特点与 PVP 术后疗效相关性分析

史丽娜, 吴春根, 李文彬, 茅爱武, 顾一峰, 张培蕾, 王 珏, 程永德

【摘要】 目的 分析骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)术前 MRI 信号特点及比较经皮椎体成形术(PVP)术前、术后疼痛状及功能障碍改善情况,以探索 OVCF 的 MRI 信号特点和 PVP 疗效的相关性。**方法** 回顾性分析 52 例患者,116 节椎体 PVP 治疗的临床及影像学资料。术前及术后进行视觉模拟疼痛评分(VAS)及 Oswestry 功能障碍指数评价,并观察其并发症情况。根据 MRI 骨髓水肿的程度和范围将其分为部分骨髓水肿(A 组)、完全骨髓水肿(B 组)和无骨髓水肿(C 组),然后比较 3 组术前、术后疼痛和功能障碍情况。**结果** 3 组间术前 VAS 差异无统计学意义($P > 0.05$),术后疼痛缓解程度及功能改善程度差异有统计学意义($P < 0.05$)。A、B 组与 C 组比较疼痛缓解明显,B 组比 A 组疼痛缓解程度大,表明骨髓水肿范围越大,PVP 治疗后疼痛缓解程度越大。**结论** PVP 是治疗 OVCF 的有效方法,MRI 信号特点对于 OVCF 治疗效果有一定的预测价值,有骨髓水肿比无骨髓水肿治疗效果好,且水肿范围越大,PVP 治疗后疼痛缓解程度越大。

【关键词】 骨质疏松性椎体压缩性骨折;经皮椎体成形术;核磁共振;骨髓水肿

中图分类号:R683.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2011)-01-0032-05

Correlation between preprocedural MRI findings and the clinical effects of percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures SHI Li-na, WU Chun-gen, LI Wen-bin, MAO Ai-wu, GU Yi-feng, ZHANG Pei-lei, WANG Jue, CHENG Yong-de. Department of Radiology, the Affiliated Sixth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WU Chun-gen, chungeng.wu@gmail.com

【Abstract】 Objective to analyze the signal characteristics of preprocedural MRI, to compare the pre-and-post procedural clinical outcomes and to discuss the relationship between preprocedural MRI findings and postprocedural clinical effect of percutaneous vertebroplasty (PVP) therapy in patients with osteoporotic vertebral compression fractures. **Methods** PVP procedures were carried out in a total of 52 consecutive patients with 116 compression fractures. The clinical data and the imaging materials were retrospective analyzed. According to the degree and extent of marrow edema demonstrated on sagittal MRI, the patients were divided into three groups: group A, having partial bone marrow edema; group B, showing complete bone marrow edema; and group C having no bone marrow edema. By using independent-samples t-test and paired-samples t-test, the preprocedural and postprocedural pain degree and movement dysfunction severity, which were assessed by means of visual analog scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI) respectively, were compared between three groups. The occurrence of complications was observed. **Results** After PVP, all patients showed significant relief of pain and obvious improvement of daily activity function ($P < 0.05$), and significant difference existed among the three groups ($P < 0.05$). The improvement was more significant in group A than in group C ($P < 0.05$), and which was more significant in group B than in group A ($P < 0.05$). No significant difference in preprocedural VAS existed among three groups ($P > 0.05$). **Conclusion** PVP is an effective treatment for osteoporotic vertebral compression fractures with or without

bone marrow edema. MRI signal characteristics can predict the therapeutic effect of PVP to a certain degree. And the more extensive the bone marrow edema pattern is, the greater

作者单位:200233 上海交通大学附属第六人民医院放射科(史丽娜、吴春根、李文彬、顾一峰、张培蕾、王 珏、程永德);上海市长宁区同仁医院(茅爱武)

通信作者:吴春根 E-mail: chungeng.wu@gmail.com

pain relief will be expected. (J Intervent Radiol, 2011, 20: 32-36)

【Key words】 osteoporotic vertebral compression fractures; percutaneous vertebroplasty; magnetic resonance imaging; bone marrow edema

骨质疏松症是以骨量减少、骨强度降低、骨骼微结构退行性变,并导致骨质脆性增加、易发生骨折为特征的全身性病变^[1]。其最严重的后果是骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF),而经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)已被公认为是治疗急、慢性 OVCF 引起的胸背部或腰背部难治性疼痛和功能障碍的有效方法^[2-6]。MRI 可以灵敏地探测到椎体压缩骨折所致的骨髓水肿,而这种骨髓水肿常可反映急性或亚急性骨折^[7-10],是 PVP 治疗的最佳适应证。有人认为,MRI 上椎体压缩骨折存在水肿将对 PVP 治疗有积极的反应^[11],本研究旨在探索 OVCF 的 MRI 信号特点及其与疗效的相关性。

1 材料与方法

1.1 患者选择与分组

本组共 52 例患者、116 节椎体因 OVCF 在我科行 PVP 治疗。男 10 例,女 42 例;年龄 52 ~ 89 岁,平均(72 ± 9)岁。116 节椎体骨折中胸椎 54 个,腰椎 52 个;单节段骨折 25 例,多节段骨折 27 例。根据 X 线片、CT、MRI 或骨核素显像(ECT)等影像学检查诊断为 OVCF。所有患者均表现为骨折部位腰背部疼痛,无脊髓和神经根压迫症状。根据 MRI 上骨髓水肿的程度和范围将其分为部分骨髓水肿(A 组)完全骨髓水肿(B 组)和无骨髓水肿(C 组)。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 患者取俯卧位,双手固定置于头两侧,根据体格检查及 MRI 和 ECT 资料确定病变椎体,DSA 机透视下定位病变椎体,清晰显示双侧椎弓根内侧缘,选择好穿刺路径和角度,定体表标记。皮肤消毒,铺手术巾,2%利多卡因麻醉穿刺通道。DSA 机透视引导下经单侧或双侧椎弓根入路,尽量将骨穿针(13 G, Cook 公司,美国)穿至病变椎体前中 1/3 处,正侧位透视确定骨穿针尖端位置。用 201 型骨水泥高压注射器(山东冠龙医疗用品有限公司,中国)将标准调配糊状骨水泥 Simplex P 聚甲基丙烯酸甲酯(Howmedica 公司,美国)注入病变椎体,当骨水泥溢至椎体后缘或发现严重的影像学并发症时停止注射。术前、术中及术后常规应用头孢呋辛(丽珠医药集团股份有限公司,中国)。

1.2.2 疗效观察 采用视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)评价患者的疼痛程度和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index ODI)评价患者的日常活动功能障碍程度。

ODI 量表包括 10 项:疼痛程度、洗漱穿衣、提重物、行走、坐、站立、睡觉、性生活(如果可能)、社会活动、旅行,每部分含有 6 个选项,分别代表 0 ~ 5 分,患者填完量表后计算得分,再除以总分 50 即得到 ODI 指数,在实际应用中我们扩大百倍来表示,0 代表无日常活动功能障碍,100 代表日常活动完全不能自理。

1.3 统计学分析

统计学数值以平均值 ± 标准差来表示。数据 SPSS 13.0 统计软件包分析。依据术前与术后 1 周 VAS 及 ODI 改变情况,组内差异采用配对 *t* 检验。根据术前 VAS 及 ODI 改变情况,组间差异采用独立样本 *t* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术情况

52 例患者、116 节椎体均经单侧或双侧入路成功完成 PVP,骨水泥注射量 2.5 ~ 5.5 ml,其中 A 组骨水泥注射量平均为(4.2 ± 1.3)ml,B 组平均为(4.4 ± 1.5)ml,C 组平均为(3.8 ± 1.1)ml,3 组间骨水泥注射量差异无统计学意义(*P* > 0.05),见表 1。

表 1 患者分组及临床状况

参数	A 组(<i>n</i> = 20)	B 组(<i>n</i> = 26)	C 组(<i>n</i> = 6)
年龄	76 ± 7	70 ± 9	67 ± 9
性别	16(女)/4(男)	21(女)/5(男)	5(女)/1(男)
治疗椎体数目	2.4 ± 1.9 ^a	2.4 ± 1.9 ^a	2.0 ± 0.9
PMMA 注射量	4.2 ± 1.3	4.4 ± 1.5	3.8 ± 1.1

A 组与 C 组相比 *P* < 0.05

2.2 疗效观察

2.2.1 A 组 术前 VAS 评分平均为 7.9 ± 1.9,术后 1 周平均为 3.5 ± 2.0,术后疼痛缓解明显(*P* < 0.05);术前 ODI 值平均为 75.2 ± 4.9,术后降低为 29.6 ± 3.2,功能改善明显(*P* < 0.05),见图 1。

2.2.2 B 组 术前 VAS 评分平均为 8.5 ± 2.1,术后 1 周平均为 3.0 ± 2.3,术后疼痛缓解明显(*P* < 0.05);术前 ODI 值平均为 83.1 ± 5.2,术后降低为 23.3 ± 4.1,功能改善明显(*P* < 0.05),见图 2。



a MRI 示椎体内见部分骨髓水肿,T1W 呈低信号 b T2WSTIR 呈高信号

图 1 部分骨髓水肿 T12 椎体压缩性骨折



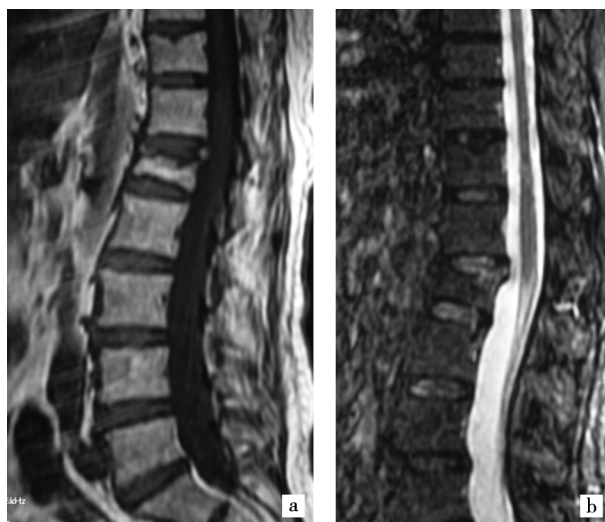
a MRI 示 T10 椎体内弥漫性骨髓水肿,T1W 呈低信号 b T2WSTIR 呈高信号

图 2 完全骨髓水肿的 T10 椎体压缩性骨折

2.2.3 C 组 术前 VAS 评分平均为 7.5 ± 2.0 , 术后 1 周平均为 4.0 ± 2.5 , 术后疼痛缓解明显 ($P < 0.05$); 术前 ODI 值平均为 76.8 ± 4.5 , 术后降低为 32.4 ± 3.5 , 功能改善明显 ($P < 0.05$), 见图 3。

3 组间术前 VAS 评分差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 提示 3 组患者疼痛基本一致, 3 组间术后疼痛缓解程度及功能改善程度差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。A、B 组比 C 组疼痛缓解明显, B 组比 A 组疼痛缓解程度大, 表明骨髓水肿范围越大, PVP 治疗后疼痛缓解程度越明显, 见表 2、3。

3 组患者均随访 1 年, 所有患者无疼痛或加重, 日常活动功能障碍无加重。



a,b MRI 示 L1 椎体轻度变扁, 水肿信号不明显,T1W、T2WSTIR 上同正常椎体信号相仿

图 3 无骨髓水肿 L1 椎体压缩性骨折

表 2 3 组不同时间 VAS 评分结果

评分时间	A 组 (n = 20)	B 组 (n = 26)	C 组 (n = 6)
术前	7.9 ± 1.9	8.5 ± 2.1	7.5 ± 2.0
术后	3.5 ± 2.0	3.0 ± 2.3	4.0 ± 2.5
VAS 评分改善	4.4 ± 1.8	5.5 ± 2.7	3.5 ± 1.9

3 组间术后疼痛缓解程度差异有统计学意义 ($P < 0.05$)

表 3 3 组不同时间 ODI 结果

评分结果	A 组 (n = 20)	B 组 (n = 26)	C 组 (n = 6)
术前 ODI	75.2 ± 4.9	83.1 ± 5.2	76.8 ± 4.5
术后 ODI	29.6 ± 3.2	23.3 ± 4.1	32.4 ± 3.5
ODI 改善情况	45.6 ± 6.5	59.8 ± 6.8	44.4 ± 6.2

3 组间术后功能改善情况差异有统计学意义 ($P < 0.05$)

2.3 并发症

3 组均未发生明显症状性骨水泥渗漏现象。

3 讨论

一般而言, 脊柱原发性 OVCF 可大致分为 5 个阶段^[12]: ①骨折发生, 椎体出现缺血性变化。②椎体产生骨髓水肿, 此时 MRI 表现为 T2WI 高信号, 但增强扫描可无明显强化。③修复早期, 由于组织修复, 血流增加, 此时可出现压缩椎体不规则的明显强化。④修复晚期, 血流由增多至逐步恢复正常, 此时压缩椎体强化程度逐渐变弱。⑤慢性期, 压缩骨折逐渐被脂肪组织取代, 此时尽管椎体可压缩成“钱币”状, 但椎体 T1WI 及 T2WI 信号逐渐增高, 尤以 T1WI 增高明显; 椎体内还可出现坏死液化腔, 增强扫描病变椎体无强化。

OVCF 行 PVP 术之前, 通常要进行 MRI 检查, 除了 MRI 对软组织、骨骼肌肉系统或神经系统有较

高分辨力外,最重要是它能高度灵敏地显示压缩椎体骨髓水肿的存在、水肿程度及部位,而骨髓信号强度的变化可以反映 OVCF 的时期和愈合阶段^[7-10],一般而言,骨折时间不足 1 个月,MRI 上表现为 T1WI 低信号、T2WI/T2*WI 高信号,超过 1 个月,MRI 上骨髓信号趋于正常椎体,T1WI、T2WI 均呈等信号,完全愈合后要么恢复为正常骨髓信号,或者由于组织机化,T1WI、T2WI 表现为低信号。因此,具有骨髓水肿的 OVCF 常反映为急性或亚急性骨折,经 PVP 治疗后将对疼痛有较好的治疗效果。反之,没有骨髓水肿的陈旧性椎体压缩性骨折不适宜 PVP 治疗。但是我们的结果表明大部分没有骨髓水肿的患者经 PVP 治疗后疼痛也有明显缓解。Brown 等^[13]也报道 MRI 上无异常信号特征的患者如果透视下体格检查与影像学上压缩的节段有相关性,PVP 治疗后也有很好的疗效,但我们认为没有骨髓水肿的椎体压缩性改变是一种不稳定的、畸形的愈合状态,其疼痛的机制不同于急性、亚急性和慢性骨折,疼痛原因可能源于脊柱力学的不稳定状态、许莫结节刺激或其他退行性改变,PVP 术后疼痛缓解可能对上述因素起到了正面的修正效果,我们观察到的这一令人感兴趣的现象还需日后大量病例证实。

PVP 的止痛机制目前还不明确,可能有以下几个方面^[14]:①机械性,注入骨水泥能提高脊柱的生物力学性能,固定显微骨折,减少骨折断端的微小移动,从而减少对痛觉神经末梢的刺激。由于骨质疏松时椎体骨小梁间隙增宽,骨水泥能沿骨小梁间隙扩散至整个椎体,强化后对椎体具有支撑作用,能有效预防椎体塌陷和压缩性骨折的发生。②骨水泥的热效应,骨水泥在聚合反应时产生的热能峰值温度在 52 ~ 93℃,可导致骨水泥周围的组织坏死,同时破坏组织内的神经末梢,使疼痛消失或缓解。③化学性,骨水泥的细胞毒性作用本身对肿瘤细胞有毒性作用,可以杀死肿瘤组织。本研究结果表明有骨髓水肿者比无骨髓水肿者经 PVP 治疗后临床改善更明显,且骨髓水肿越广泛,经 PVP 治疗后疼痛缓解越大。Voormolen 等^[15]认为除了术前 MRI 上骨髓水肿的程度,没有别的因素与疼痛缓解的结果有关,因此,存在骨髓水肿对于选择要治疗的椎体非常有用^[16]。但有研究表明,平面骨显像也有助于预测 OVCF 后经 PVP 治疗后疼痛的缓解程度^[17]。术前骨显像显示浓聚的患者术后出现疼痛缓解的概率较大,许多有疼痛的患者,体格检查并不能确定引起疼痛的骨折部位,利用骨显像可以更加准确地筛

选出患者的适宜手术部位,但是本研究主要讨论的是 MRI 与 PVP 治疗后临床症状的相关性,而不是 MRI 与骨扫描相比在预测 PVP 治疗 OVCF 后疼痛缓解的价值,至于谁更有优势,在以后的研究中可以进一步探索。

本实验的不足之处在于:①本组患者常为多节段椎体压缩骨折,正如 Tanigawa 等^[18]研究中所提到的,VAS 评分仅仅评估了患者的整体反应,而不是每个治疗椎体的疼痛反应,而且,在现阶段不可能单独对每个椎体的疼痛进行评估。因此,如果本研究中的方法是评估患者 1 个椎体的治疗效果,则椎体骨髓水肿与治疗效果之间的关系可能更紧密。②关于 MR 序列。我们目前用到的序列是 SET1WI 和 FRFSET2WI 脂肪抑制序列,而骨髓水肿的形式的评估是基于这些序列得到的,我们没有使用 fMRI 如 MRS、DWI,它们可在常规 MR 基础上对骨质疏松及其相关椎体骨折进行无创性评估,提供一个从骨髓化学组成、分子运动水平研究其病理生理变化的平台。有研究表明,3T MR 波谱可以通过无创性评估椎体骨髓变化状况,进而评估骨髓变化对于骨质疏松及椎体骨折带来的影响,从而可以预测椎体压缩骨折的风险,为 PVP 预防性手术治疗提供一定的理论依据^[19]。对于与骨髓水肿相关的最佳 MRI 序列目前还不清楚,有待于在以后的研究中进一步探索。③本文仅讨论了术前骨髓水肿与术后疼痛及功能改善情况的相关性,对于术后骨髓水肿的演变情况及其与临床疗效的相关性未进一步探索。

PVP 是治疗 OVCF 的有效方法,MRI 信号特点对于 OVCF 治疗效果有一定的预见性,有骨髓水肿比无骨髓水肿治疗效果好,且水肿范围越大,PVP 治疗后疼痛缓解程度越大,本文观点也与 Tanigawa 等^[18]的研究结果相一致。但 Brown 等^[5]认为尽管存在骨髓水肿的患者百分之百能获得临床受益,如疼痛缓解或活动功能改善,但并不表明椎体存在骨髓水肿与其术后症状的改善有直接的相关性,故没有骨髓水肿的患者也不能最终预测其术后疗效。

[参考文献]

- [1] Afzal S, Dhar S, Vasavada NB, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic fractures[J]. Pain Physician, 2007, 10: 559 - 563.
- [2] Diamond TH, Champion B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy[J]. Am J

- Med, 2003, 114: 257 - 265.
- [3] Mehbod A, Aunoble S, Le Huec JC. Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: prevention and treatment [J]. Eur Spine J, 2003, 12(suppl 2): S155 - S162.
- [4] Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, et al. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization[J]. Spine, 2000, 25: 923 - 928.
- [5] Brown DB, Gilula LA, Sehgal M, et al. Treatment of chronic symptomatic vertebral compression fractures with percutaneous vertebroplasty[J]. AJR, 2004, 182: 319 - 322.
- [6] Huntoon EA, Schmidt CK, Sinaki M. Significantly fewer refractures after vertebroplasty in patients who engage in back-extensor-strengthening exercises[J]. Mayo Clin Proc, 2008, 83: 54 - 57.
- [7] Do HM. Magnetic resonance imaging in the evaluation of patients for percutaneous vertebroplasty [J]. Top Magn Reson Imaging, 2000, 11: 235 - 244.
- [8] Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging[J]. Radiology, 1988, 166: 193 - 199.
- [9] Baker LL, Goodman SB, Perkash I, et al. Benign versus pathologic compression fractures of vertebral bodies: assessment with conventional spin-echo, chemical-shift, and STIR MR imaging[J]. Radiology, 1990, 174: 495 - 502.
- [10] Yamato M, Nishimura G, Kuramochi E, et al. MR appearance at different ages of osteoporotic compression fractures of the vertebrae[J]. Radiat Med, 1998, 16: 329 - 334.
- [11] Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art[J]. Radiographics, 1998, 18: 311 - 320.
- [12] 施庭芳. 磁共振造影于脊椎病变的应用[M]. 台北: 国立台湾大学医学院, 1999: 23 - 38.
- [13] Brown DB, Glaiberman CB, Gilula LA, et al. Correlation between preprocedural MRI findings and clinical outcomes in the treatment of chronic symptomatic vertebral compression fractures with percutaneous vertebroplasty[J]. AJR, 2005, 184: 1951 - 1955.
- [14] 倪才方, 吴春根, 杨惠林. 脊柱介入诊疗学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2009, 146 - 147.
- [15] Voormolen MH, Van Rooij WJ, Sluzewski M, et al. Pain response in the first trimester after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures with or without bone marrow edema[J]. AJNR, 2006, 27: 1579 - 1585.
- [16] Mathis JM, Barr JD, Belkoff SM, et al. Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures[J]. AJNR, 2001, 22: 373 - 381.
- [17] Maynard AS, Jensen ME, Schweickert PA, et al. Value of bone scan imaging in predicting pain relief from percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures [J]. AJNR, 2000, 21: 1807 - 1812.
- [18] Tanigawa N, Komemushi A, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty: relationship between vertebral body bone marrow edema pattern on MR images and initial clinical response [J]. Radiology, 2006, 239: 195 - 200.
- [19] Masala S, Massari F, Assako OP, et al. Is 3T-MR spectroscopy a predictable selection tool in prophylactic vertebroplasty? [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33: 1243 - 1252.

(收稿日期:2010-08-04)