

椎体强化术后早期与后期残留腰背痛的原因分析

陈晨^{1,2}, 安忠诚², 吴连国², 庞哲栋¹, 肖连根¹, 魏浩², 董黎强²

(1. 浙江中医药大学第二临床医学院, 浙江 杭州 310053; 2. 浙江中医药大学附属第二医院骨伤科, 浙江 杭州 310005)

【摘要】 目的:探讨骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)在经皮椎体强化(percutaneous vertebral augmentation, PVA)术后早期和后期残留腰背痛的影响因素,并对这些因素的相关性进行分析。方法:收集 2018 年 3 月至 2019 年 12 月住院行 PVA 治疗的 312 例 OVCFs 患者,根据病例选择标准,共纳入 240 例患者的临床资料进行回顾性研究,其中男 59 例,女 181 例,年龄 50~95(76.11±10.72)岁,骨折节段分布在胸椎区(T₅-T₁₀)50 例,胸腰椎区(T₁₁-L₂)159 例,腰椎区(L₃及以下)31 例。将术后第 1 天视为术后早期,术后第 7 天视为术后后期,再结合患者的视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)将患者分为术后早期疼痛缓解明显组(A 组, VAS 评分≤4),共有患者 121 例,其中男 29 例,女 92 例,年龄 50~90(75.71±11.00)岁;术后早期疼痛缓解不明显组(B 组, VAS 评分>4),共有患者 119 例,男 30 例,女 89 例,年龄 53~95(76.51±10.46)岁;术后后期疼痛缓解明显组(C 组, VAS 评分≤4),共有患者 172 例,男 42 例,女 130 例,年龄 50~95(76.20±10.68)岁;术后后期疼痛缓解不明显组(D 组, VAS 评分>4),共有患者 68 例,男 17 例,女 51 例,年龄 53~94(75.88±10.91)岁。统计 4 组患者的年龄、性别、骨密度、伤椎节段、术前胸腰椎筋膜损伤情况、术式选择、术中单双侧穿刺情况、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复情况,并对这些因素进行单因素分析,将其中有统计学意义的因素代入 Logistic 回归模型中,分析它们与 PVA 术后残留腰背痛的相关性。**结果:**单因素分析结果显示, PVA 术后早期残留腰背痛与骨密度、术前胸腰椎筋膜损伤情况、单双侧穿刺情况、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复情况相关($P<0.05$);术后后期残留腰背痛与骨密度、伤椎节段、术式选择、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复情况相关($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,在术后早期,合并胸腰椎筋膜损伤情况($OR=4.938, P=0.001$),单双侧穿刺情况($OR=5.073, P=0.002$)与术后残留腰背痛症状存在正相关的关系($B>0$),是其危险因素;而骨密度($OR=0.211, P=0.000$),椎体前缘高度恢复情况($OR=0.866, P=0.001$)则与术后残留腰背痛症状存在负相关的关系($B<0$),是其保护性因素;在术后后期,骨密度($OR=0.448, P=0.003$),骨水泥总量($OR=0.648, P=0.004$),椎体前缘高度恢复情况($OR=0.820, P=0.000$)与术后残留腰背痛症状存在负相关的关系($B<0$),是其保护性因素。**结论:**骨密度降低、胸腰椎筋膜损伤、术中单双侧穿刺情况、椎体前缘的高度恢复不良及骨水泥注入量不足与 PVA 术后残留腰背痛的发生关系密切,影响术后早期及后期的腰背部疼痛缓解。

【关键词】 骨质疏松; 椎体成形术; 脊柱骨折; 腰背痛; 手术后并发症

中图分类号:R683.2

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.08.005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of the causes of residual back pain in the early and late stages after percutaneous vertebral augmentation

CHEN Chen, AN Zhong-cheng, WU Lian-guo, PANG Zhe-dong, XIAO Lian-gen, WEI Hao, and DONG Li-qian*. *Department of Traumatology and Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310005, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore the influencing factors of the residual back pain in patient with osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) in the early and late stages after percutaneous vertebral augmentation (PVA), and analyze the correlation between these factors and the residual back pain after PVA. **Methods:** From March 2018 to December 2019, 312 patients with OVCFs who treated with PVA were collected. According to the inclusion and exclusion criteria, a total of 240 patients were included in this retrospective study. There were 59 males and 181 females, aged from 50 to 95 years old with an average of (76.11±10.72) years old, and 50 cases of fractures located in the thoracic region (T₅-T₁₀), 159 cases in the thoracolumbar region (T₁₁-L₂), and 31 cases in the lumbar region (L₃ and below). The first day after PVA was regarded as the early postoperative period, and the seventh day was regarded as the late postoperative period. According to the visual analogue scale

基金项目:浙江省中医药现代化专项项目(编号:2021ZX009);国家中医临床研究基地支撑学科建设计划(编号:2020-JDXK-ZC01)

Fund program: Special Project of Modernization of Traditional Chinese Medicine in Zhejiang Province (No.2021ZX009)

通讯作者:董黎强 E-mail:dlq58@126.com

Corresponding author: DONG Li-qiang E-mail:dlq58@126.com

(VAS), the patients were divided into 4 groups: early postoperative pain relief group (group A, VAS ≤ 4 scores), there were 121 patients, including 29 males and 92 females, aged from 50 to 90 years with an average of (75.71 \pm 11.00) years; early postoperative pain relief was not an obvious group (group B, VAS > 4 scores), there were 119 patients, including 30 males and 89 females, aged from 53 to 95 years with an average of (76.51 \pm 10.46) years; late postoperative pain relief group (group C, VAS ≤ 4 scores), there were 172 patients, including 42 males and 130 females, aged from 50 to 95 years with an average of (76.20 \pm 10.68) years; late postoperative pain relief was not obvious group (group D, VAS > 4 scores), there were 68 patients, including 17 males and 51 females, aged from 53 to 94 years old with an average of (75.88 \pm 10.91) years old. The age, gender, bone mineral density (BMD), injured vertebral segment, preoperative thoracolumbar fascial condition, surgical methods, single or bilateral puncture, the amount of bone cement injection, anterior vertebral height recovery rate and central vertebral height recovery rate in the 4 groups were analyzed by univariate analysis. The statistically significant factors were put into a Logistic regression to analyze the correlation between these factors and residual back pain after PVA. **Results:** Univariate analysis showed that the residual back pain in the early stage after PVA was correlated with BMD, preoperative thoracolumbar fascial injury, single or bilateral puncture, the amount of bone cement injection, anterior vertebral height recovery rate and central vertebral height recovery rate ($P < 0.05$). The residual back pain in the late postoperative period was related to BMD, injured vertebral segment, surgical methods, the amount of bone cement injection, anterior vertebral height recovery rate and central vertebral height recovery rate ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that thoracolumbar fascial injury ($OR = 4.938, P = 0.001$), single or bilateral puncture ($OR = 5.073, P = 0.002$) were positively correlated with the residual back pain in the early stage after PVA ($B > 0$), which were risk factors; the BMD ($OR = 0.211, P = 0.000$) and anterior vertebral height recovery rate ($OR = 0.866, P = 0.001$) were negatively correlated with the residual back pain in the early stage after PVA ($B < 0$), which were protective factors. In the late stage after PVA, the BMD ($OR = 0.448, P = 0.003$), the amount of bone cement injection ($OR = 0.648, P = 0.004$) and anterior vertebral height recovery rate ($OR = 0.820, P = 0.000$) were negatively correlated with residual back pain ($B < 0$), which were protective factors. **Conclusion:** The decrease of BMD, injury of the thoracolumbar fascia, single or bilateral puncture, poor recovery of anterior vertebral height and insufficient injection of bone cement are closely related to the occurrence of residual back pain after PVA, which affect the relief of residual back pain in the early and late postoperative periods.

KEYWORDS Osteoporosis; Vertebroplasty; Spinal fractures; Residual back pain; Postoperative complications

随着日趋严峻的人口老龄化问题,骨质疏松症已成为我国所面临的重要公共健康问题^[1],随之带来的是骨质疏松性骨折的高发生率^[2],其中约 50% 为胸腰椎的骨质疏松性椎体压缩骨折^[3](osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)。以经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)及经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)为代表的经皮椎体强化(percutaneous vertebral augmentation, PVA)技术目前已广泛应用于 OVCFs 的治疗,其短期疗效确切^[4-5],可以使骨折椎体得到稳定、强化以及高度的恢复,有效避免了 OVCFs 所带来的严重并发症^[6-7],可以让患者早日下床进行康复锻炼。然而许多患者在术后仍残留有不同程度的腰背痛症状,降低了患者的术后满意度。笔者前期也查阅了诸多关于 PVA 后残留腰背痛的文献,发现胸腰椎筋膜损伤、竖脊肌痉挛、骨水泥分布及注射量不理想、术中穿刺损伤、骨质疏松、椎体感染、不良的心理与精神因素都会影响 PVA 后疼痛的缓解^[8],但具体的原因目前仍不清楚。因此,笔者收集了 2018 年 3 月至 2019 年 12 月应用 PVA 治疗 OVCFs 患者的相关资料,并利用 Logistic 回归分析引起 PVA 后早期与后期残留腰背痛的主要危险因素,明确其真正原因,为进一步预防和治疗提供临床思路。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准:经 MRI 明确诊断为新鲜的骨质疏松性椎体压缩骨折;椎体骨折为单一节段;意识清楚,无精神性疾病及其他交流障碍;采用 PVA 治疗。排除标准:因肿瘤或感染性疾病等原因所致的病理性椎体骨折;严重的椎体爆裂性骨折,椎体后壁骨质破坏或合并椎弓根、小关节等后柱骨折;有神经功能损伤;具有明显手术禁忌证;采取保守治疗者。

1.2 一般资料

收集 312 例 OVCFs 患者的资料,并且根据以上病例选择标准最后纳入 240 例患者,其中男 59 例,女 181 例,年龄 50~95(76.11 \pm 10.72)岁。伤椎区域分布:胸椎区(T₅-T₁₀)50 例,胸腰椎区(T₁₁-L₂)159 例,腰椎区(L₃及以下)31 例。所有调查得到了医院伦理委员会的批准(批号:2020-KL-040-01)。

1.3 研究方法

收集患者的年龄、性别、骨密度 T 值、伤椎节段、术前胸腰椎筋膜损伤情况,记录所选用的术式(PKP/PVP)、单双侧穿刺情况、骨水泥注入量、术后椎体前缘及中央高度恢复情况,观察术后第 1, 7 天疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)等相关数据资料。

对患者术后第 1、7 天的 VAS (术后第 1 天为早期,术后第 7 天为后期)进行分级,将 ≤2 分列为优,2~4 分列为良,5~6 分列为中,>7 分列为差;术后 VAS 为优与良的患者视为术后疼痛缓解明显,等级为中与差的患者则视为术后疼痛缓解不明显。

根据患者的术后时间及 VAS 等级对患者进行分组,其中术后第 1 天 VAS 为优和良的患者归为术后早期疼痛缓解明显组(A 组),评分为中和差的患者则归为术后早期疼痛缓解不明显组(B 组);同理,根据术后第 7 天的 VAS 将患者分为术后后期疼痛缓解明显组(C 组)和术后后期疼痛缓解不明显组(D 组),具体数据见表 1。

表 1 椎体强化术后第 1 天与第 7 天 240 例患者 VAS 各等级情况(例)

Tab.1 Information of each grade of VAS of 240 patient on the first day and the seventh day after PVA(case)

时间	优	良	中	差
术后第 1 天	14	107	103	16
术后第 7 天	76	96	67	1

A 组共纳入 121 例,男 29 例,女 92 例,年龄 50~90(75.71±11.00)岁,其中胸椎区 22 例,胸腰椎区 88 例,腰椎区 11 例;B 组共纳入 119 例,男 30 例,女 89 例,年龄 53~95 (76.51±10.46)岁,其中胸椎区 28 例,胸腰椎区 71 例,腰椎区 20 例;C 组共纳入 172 例,男 42 例,女 130 例,年龄 50~95 (76.20±10.68)岁,其中胸椎区 29 例,胸腰椎区 126 例,腰椎区 17 例;D 组共纳入 68 例,男 17 例,女 51 例,年龄 53~94(75.88±10.91)岁,其中胸椎区 21 例,胸腰椎区 33 例,腰椎区 14 例。

1.4 观察项目与方法

患者的年龄、性别等基本资料在大病历中有详细记录,针对怀疑为 OVCFs 的患者在术前常规行双能 X 线骨密度测量、椎体正侧位 X 线片、椎体 MRI 等检查,术后 1~3 d 复查伤椎正侧位 X 线片、骨密度 T 值、伤椎影像资料等检查结果皆可在医院系统中查询。其中胸腰椎筋膜损伤情况根据术前 MRI 中是否显示有筋膜损伤的水肿信号来进行判断^[9],术中选用的术式、骨水泥注入量、单双侧穿刺等情况在手术记录中均有翔实记载。椎体高度恢复情况通过手术前后侧位 X 线片来测量伤椎前缘与中央高度,椎体高度恢复程度=(术后伤椎高度-术前伤椎高度)/术前伤椎高度。其中椎体高度的测量由 2 名脊柱外科住院医师分成两组进行测量,对同一患者的椎体高度,若两组测量结果差值在 2 mm 内则取两组的

平均值,若测量结果差值>2 mm 则由 1 名脊柱外科主治医师复测。VAS 满分 10 分,得分越低提示患者疼痛程度越轻,在患者术后第 1、7 天由参与查房的脊柱外科住院医师进行评估得分,并在当天的病程中进行记录。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。单因素分析中,定量资料(年龄、骨密度 T 值、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复等)采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用成组设计定量资料 *t* 检验进行分析;定性资料,包括性别、伤椎区域、胸腰椎筋膜损伤情况、手术方式、单双侧穿刺情况等采用 χ^2 检验进行分析。将单因素中 *P*<0.05 的潜在危险因素代入 Logistic 回归模型中进行多因素分析,采用 95%置信区间(confidence interval, *CI*)。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

240 例纳入患者均根据胸腰椎骨质疏松性压缩骨折严重程度评分分型系统选择相应的手术方式进行治疗^[10],手术过程顺利,未出现感染、出血、神经功能损伤、血管栓塞、骨水泥反应等并发症(典型病例见图 1)。在术后早期有 119 例患者疼痛缓解不明显,占 49.6%;在术后后期仍有 68 例患者疼痛缓解不明显,占 28.3%。

2.1 术后早期残留腰背痛相关因素的单因素分析

在 PVA 后早期,A、B 两组的性别和年龄差异无统计学意义(*P*>0.05);伤椎区域多分布在胸腰椎区,两组差异无统计学意义($\chi^2=5.134, P=0.077$);在手术方式选择中,两组都以 PKP 居多,差异无统计学意义($\chi^2=2.551, P=0.279$)。见表 2。

A 组的骨密度 T 值为(-1.53±0.50) SD, B 组为(-2.45±0.73) SD,差异有统计学意义(*t*=11.363, *P*=0.000);A 组中无胸腰椎筋膜损伤的患者占比高于 B 组($\chi^2=13.640, P=0.000$);A 组中施行单侧穿刺的患者占比较 B 组更高($\chi^2=11.357, P=0.010$);A 组的骨水泥注入量为(4.40±1.73) ml, B 组为(4.00±1.19) ml,差异有统计学意义(*t*=2.120, *P*=0.035);A 组椎体前缘高度恢复情况明显优于 B 组(*t*=11.412, *P*=0.000);同样, A 组椎体中央高度恢复情况也明显优于 B 组(*t*=10.443, *P*=0.000)。见表 2。

A、B 两组患者术后早期残留腰背痛相关的因素中骨密度、胸腰椎筋膜损伤情况、单双侧穿刺情况、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复情况差异有统计学意义(*P*<0.05),结果见表 2。

2.2 术后后期残留腰背痛相关因素的单因素分析

在 PVA 术后后期,C、D 两组的性别和年龄差异



图 1 患者,女,89 岁,骨质疏松性椎体压缩骨折 1a. 术前 X 线片显示 L₂ 椎体骨质疏松压缩性骨折 1b. 术前 MRI T2WI 可见明显软组织高信号,提示筋膜损伤 1c. 术后第 2 天 X 线片示骨水泥与上下终板充分接触,呈现“顶天立地”

Fig.1 An 89-year-old female patient with osteoporotic vertebral compression fracture 1a. Preoperative X-ray showed osteoporotic vertebral compression fracture of L₂ 1b. Significantly high signal was seen in the thoracolumbar fascia area in the MRI T2WI before surgery which meant fascia injury 1c. X-ray showed that bone cement contacted the upper and lower endplates in the injured vertebrae and achieved a "foot on the ground, head on the dome" visual effect at 2 days after surgery

表 2 椎体强化术后早期残留腰背痛两组患者的单因素分析

Tab.2 Univariate analysis of the factors related to the residual back pain in the early stage after PVA between two groups

观察指标	A 组(例数=121 例)	B 组(例数 119 例)	检验值	P 值
性别(例)			$\chi^2=0.050$	0.823
男	29	30		
女	92	89		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	75.71±11.00	76.51±10.46	$t=-0.578$	0.564
骨密度 T 值($\bar{x}\pm s$, SD)	-1.53±0.50	-2.45±0.73	$t=11.363$	0.000
伤椎节段(例)			$\chi^2=5.134$	0.077
胸椎区	22	28		
胸腰椎区	88	71		
腰椎区	11	20		
胸腰椎筋膜损伤(例)			$\chi^2=13.640$	0.000
有	32	59		
无	89	60		
手术术式(例)			$\chi^2=2.551$	0.279
PKP	78	85		
PVP	43	34		
单双侧穿刺情况(例)			$\chi^2=11.357$	0.010
单侧	70	43		
双侧	51	76		
骨水泥注入量($\bar{x}\pm s$, ml)	4.40±1.73	4.00±1.19	$t=2.120$	0.035
椎体前缘高度恢复($\bar{x}\pm s$, %)	21.43±9.78	8.76±7.26	$t=11.412$	0.000
椎体中央高度恢复($\bar{x}\pm s$, %)	28.86±14.53	11.09±11.71	$t=10.443$	0.000

注:A 组为术后早期疼痛缓解明显组,B 组为术后早期疼痛缓解不明显组

Note: Group A is the group with early postoperative pain relief, while group B is the group with less early postoperative pain relief

无统计学意义($P>0.05$);两组无胸腰椎筋膜损伤的患者占比和施行单侧穿刺的患者占比差异也无统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

C 组的骨密度 T 值明显优于 D 组 ($t=8.361, P=0.000$);C、D 两组的伤椎区域分布中胸椎区占比

(16.9% vs 30.9%), 胸腰椎区占比 (73.3% vs 48.5%), 腰椎区占比 (9.9% vs 20.6%) 比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2=13.420, P=0.001$)。手术方式的选择方面, C、D 两组 PKP 与 PVP 的占比比较差异有统计学意义 ($\chi^2=4.715, P=0.030$); C 组的骨水泥注入量为 (4.42 ± 1.59) ml, D 组为 (3.66 ± 1.05) ml, 组间比较差异有统计学意义 ($t=4.302, P=0.000$); C 组椎体前缘高度恢复情况明显优于 D 组 ($t=11.161, P=0.000$); C 组椎体中央高度恢复情况也明显优于 D 组 ($t=7.408, P=0.000$)。见表 3。

因此, 术后后期, 骨密度、伤椎节段、术式选择、骨水泥注入量、椎体前缘高度及中央高度恢复情况差异有统计学意义 ($P<0.05$), 具体分析结果见表 3。

2.3 术后早期残留腰背痛相关因素的 Logistic 回归分析

将术后早期单因素分析结果中差异有统计学意义的指标纳入 Logistic 回归模型中进行检验, 其中骨水泥注入量 ($P=0.121$) 和椎体中央高度恢复情况 ($P=0.058$), A、B 两组差异无统计学意义 ($P>0.05$)。合并胸腰椎筋膜损伤 [$OR=$

$4.938, 95\%CI(1.999-12.201), P=0.001$], 单双侧穿刺情况 [$OR=5.073, 95\%CI(1.849-13.915), P=0.002$] 与椎体强化术后残留的腰背痛症状存在正相关的关系 ($B>0$), 是其危险因素; 而骨密度 [$OR=0.211, 95\%CI$

(0.103-0.432), $P=0.000$], 椎体前缘高度恢复情况 [$OR=0.866, 95\%CI(0.796-0.941), P=0.001$] 则与椎体强化术后残留的腰背痛症状存在负相关, 是其保护性因素($B<0$), 具体分析结果见表 4。

2.4 术后后期残留腰背痛相关因素的 Logistic 回归分析

将术后后期单因素分析结果中显示差异有统计学意义的指标纳入 Logistic 回归模型中进行检验, 其

中伤椎节段($P=0.674$)、术式选择($P=0.125$)、椎体中央高度恢复情况($P=0.801$)C、D 两组差异无统计学意义($P>0.05$)。骨密度 [$OR=0.448, 95\%CI(0.264-0.762), P=0.003$], 骨水泥注入量 [$OR=0.648, 95\%CI(0.482-0.871), P=0.004$], 椎体前缘高度恢复 [$OR=0.820, 95\%CI(0.742-0.906), P=0.000$] 与椎体强化术后残留的腰背痛症状存在负相关, 是其保护性因素($B<0$), 具体分析结果见表 5。

3 讨论

PVA 作为目前治疗 OVCFs 的有效手段, 其短期疗效得到了充分的肯定^[4-5], 但是部分患者在术后仍会存在着不同程度的腰背痛症状, 深深困扰着医生与患者, 对手术疗效和患者满意度产生了消极影响。在本研究中, 笔者将各项可能造成术后腰背部疼痛缓解不佳的因素进行统计学分析, 分别筛选出在 PVA 术后早期和后期影响腰背部疼痛缓解的因素。结果显示患者的骨密度、胸腰椎筋膜损伤、单双侧穿刺、椎体前缘高度恢复情况对椎体强化术后早期腰背部疼痛影响显著; 而患者的骨密度、骨水泥注入量、椎体前缘高度恢复情况则影响着 PVA 术后患者后期的腰背残留痛症状。

3.1 软组织损伤与术后残留腰背痛的关系

高龄 OVCFs 患者更容易损伤腰背部肌肉与筋膜^[9]。在本研究中, 通过 MRI 发现有 37.9%(91/240) 的患者伴有不同程度的胸腰椎筋膜损伤。Yan 等^[11]研究认为无胸腰椎筋膜损伤的患者在 PVA 术后的残留腰背痛较有损伤患者明

表 3 椎体强化术后后期残留腰背痛两组患者的单因素分析

Tab.3 Univariate analysis of the factors related to the residual back pain in the late stage after PVA between two groups

观察指标	C 组(例数=172 例)	D 组(例数=68 例)	检验值	P 值
性别(例)			$\chi^2=0.009$	0.925
男	42	17		
女	130	51		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	76.20±10.68	75.88±10.91	$t=0.205$	0.838
骨密度 T 值($\bar{x}\pm s, SD$)	-1.75±0.66	-2.57±0.73	$t=8.361$	0.000
伤椎节段(例)			$\chi^2=13.420$	0.001
胸椎区	29	21		
胸腰椎区	126	33		
腰椎区	17	14		
胸腰椎筋膜损伤(例)			$\chi^2=1.248$	0.264
有	69	22		
无	103	46		
手术术式(例)			$\chi^2=4.715$	0.030
PKP	109	53		
PVP	63	15		
单双侧穿刺情况(例)			$\chi^2=2.073$	0.150
单侧	86	27		
双侧	86	41		
骨水泥注入量($\bar{x}\pm s, ml$)	4.42±1.59	3.66±1.05	$t=4.302$	0.000
椎体前缘高度恢复($\bar{x}\pm s, \%$)	18.20±10.98	7.43±3.96	$t=11.161$	0.000
椎体中央高度恢复($\bar{x}\pm s, \%$)	23.99±15.57	10.09±11.97	$t=7.408$	0.000

注: C 组为术后后期疼痛缓解明显组, D 组为术后后期疼痛缓解不明显组

Note: Group C is the group with late postoperative pain relief, while group D is the group with less late postoperative pain relief

表 4 椎体强化术后早期残留腰背痛相关因素的 Logistic 回归分析

Tab.4 Logistic regression analysis of the factors related to the residual back pain in the early stage after PVA

相关因素	回归系数	SE 值	Wald(χ^2) 值	P 值	OR 值	95%CI
骨密度	-1.556	0.366	18.120	0.000	0.211	0.103-0.432
胸腰椎筋膜损伤	1.597	0.461	11.975	0.001	4.938	1.999-12.201
单双侧穿刺情况	1.624	0.515	9.948	0.002	5.073	1.849-13.915
骨水泥注入量	-0.205	0.161	2.409	0.121	0.779	0.569-1.068
椎体前缘高度恢复	-0.144	0.043	11.431	0.001	0.866	0.796-0.941
椎体中央高度恢复	-0.049	0.026	3.582	0.058	0.953	0.906-1.002

表 5 椎体强化术后后期残留腰背痛相关因素的 Logistic 回归分析

Tab.5 Logistic regression analysis of the factors related to the residual back pain in the late stage after PVA

相关因素	回归系数	SE 值	Wald(χ^2)值	P 值	OR 值	95%CI
骨密度	-0.803	0.271	8.792	0.003	0.448	0.264-0.762
伤椎节段	-0.133	0.316	0.177	0.674	0.876	0.471-1.627
术式选择	-0.634	0.413	2.351	0.125	0.530	0.236-1.193
骨水泥注入量	-0.433	0.151	8.268	0.004	0.648	0.482-0.871
椎体前缘高度恢复	-0.198	0.051	15.325	0.000	0.820	0.742-0.906
椎体中央高度恢复	0.006	0.026	0.063	0.801	1.006	0.957-1.059

显缓解。同时,术中穿刺也会对肌肉和筋膜造成不同程度的损伤,一些术中不当穿刺操作甚至可能损伤椎体附件、硬膜囊等重要部位^[12-14],对患者术后恢复以及疼痛症状的缓解产生消极影响。在临床中也发现,一些患者术前 MRI 上无明显的胸腰椎筋膜损伤表现,但是术后在穿刺点附近会残留有明显的疼痛症状,有时会伴有局部的麻木感或感觉异常。这往往是由于术中的穿刺操作损伤皮神经造成,此类患者残留的局部疼痛与麻木感或许需要较长时间来恢复。Huang 等^[15]通过一项 Meta 分析结果表明,在 PVA 中采用单侧或双侧穿刺的治疗效果相当,但相对于双侧穿刺,单侧穿刺可明显缩短手术时间、降低费用、减少穿刺造成的损伤。Chen 等^[16]也在 PVA 后的短期随访中发现术中单侧穿刺较双侧穿刺能够更好地缓解疼痛并改善生活质量。本研究也发现在 PVA 术后早期,胸腰椎筋膜的损伤($OR=4.938$)和单双侧穿刺情况($OR=5.073$)是术后残留腰背痛的重要危险因素,而在术后后期,两者差异无统计学意义,这说明损伤的软组织会随着时间逐渐恢复,软组织损伤在术后早期的残留腰背痛形成中起了主要作用。

综上,不难解释在 PVA 术后早期,胸腰椎筋膜的损伤以及术中采取双侧穿刺会对患者腰背部疼痛产生影响。因此更建议术者在保证手术疗效的前提下选择单侧穿刺,这样可以减少穿刺可能带来的软组织损伤。

3.2 骨密度与术后残留腰背痛的关系

低骨密度也是导致 PVA 后腰背部疼痛缓解不满意的重要因素。骨质疏松常常会使竖脊肌等椎旁肌肉损伤甚至萎缩^[17],导致患者疼痛症状的发生。在临床治疗中,骨密度较低的患者在术后更容易残留腰背痛症状^[18],而随着抗骨质疏松治疗的进行,疼痛症状会随骨密度的升高而得到明显改善^[19],这也从侧面说明了骨质疏松对椎体强化术后残留腰背痛有着重要影响。本研究也发现 PVA 术后早期以及后期,较低骨密度患者的残留腰背痛症状会更严重,在 Logistic 回归分析中高骨密度在术后早期 ($OR=$

0.211)及术后后期($OR=0.448$)都始终是避免术后残留腰背痛形成的保护因素,所以对于 OVCFs 患者,有效的抗骨质疏松治疗显得尤为重要,骨密度的提高不仅可以缓解术后残留腰背痛,而且可以预防邻椎的再骨折^[20],因此术后正规的抗骨质疏松治疗是必不可少的。

3.3 骨水泥注入量及椎体高度恢复情况与术后残留腰背痛的关系

椎体强化术中骨水泥注入量及伤椎高度的恢复也会影响术后残留腰背痛的发生。Clark 等^[21]认为若骨水泥注入量过少,将很难保证骨折椎体达到稳定的状态,他们提出在术中需要进行“充分的椎体填充”,这样才能有效改善 OVCFs 患者的疼痛症状。骨水泥在椎体内弥散至上下终板,并且充斥椎体的前 2/3 被视为“充分的椎体填充”,可以有效支撑椎体并防止塌陷,一定程度上恢复椎体的高度。另外有研究表明骨水泥的注入量与骨水泥渗漏发生率、邻椎再骨折风险、术后疼痛缓解程度有密切的关系^[22],建议在骨水泥的注入量未超过椎体体积 40.5%的前提下,尽可能多地注入骨水泥,可有效规避术后残留腰背痛的发生,降低邻椎再骨折风险^[23]。从本研究中可以发现,骨水泥注入量是术后后期残留腰背痛形成的保护性因素,在一定范围内尽可能多的注入骨水泥,可以有效改善术后后期残留腰背痛的发生。但骨水泥注入量的上限范围目前国际上尚无统一的标准,仍需进一步研究。椎体前缘的高度恢复情况在术后早期及术后后期都是残留腰背痛发生最主要保护性因素。这说明,注入足量的骨水泥来使得伤椎获得有效支撑,是避免术后发生残留腰背痛的重要预防手段。所以在手术中,建议尽量让骨水泥在伤椎内充分弥散,在 X 线片上达到“顶天立地”的视觉效果,加强骨水泥与伤椎骨小梁的锚定作用^[24],使伤椎更加的稳定。但是同时需要谨防骨水泥泄露可能对神经造成刺激^[25-26],导致术后持久的疼痛。

3.4 PKP 与 PVP 的选择与术后残留腰背痛的关系

目前大多学者认为,PKP 或 PVP 较保守治疗更

能有效缓解 OVCFs 患者的腰背部疼痛^[4-5]。Zhu 等^[27]通过 Meta 分析表明, PVP 较 PKP 能更有效的改善疼痛。Wang 等^[28]则认为与 PVP 相比, PKP 在长期的疼痛缓解中更具优势。本研究发现行 PKP 和 PVP 的患者在术后早期及后期关于术后腰背部疼痛缓解的比较中差异均无统计学意义。因此在临床实践中, 需要结合患者的实际病情, 权衡疗效和费用, 选择最适当的手术方式。

综上所述, 该研究发现, 49.6% (119/240) 的患者在 PVA 术后早期疼痛缓解不明显, 有 28.3% (68/240) 的患者在后期仍有不同程度的残留腰背痛症状。在术后早期, 合并胸腰椎筋膜损伤、单双侧穿刺情况是术后残留腰背痛的主要危险因素; 而高骨密度、良好的椎体前缘高度恢复则是术后早期残留腰背痛发生的主要保护性因素。在术后后期, 高骨密度、满意的骨水泥注入量、良好的椎体前缘高度恢复是残留腰背痛发生的主要保护性因素。所以, 医者需提升自身手术技术, 在术中要格外重视对患者软组织的保护, 避免反复多次穿刺, 同时尽量使骨水泥在椎体内充分填充, 让伤椎获得有效的支撑。在术后要对患者进行长期有效的抗骨质疏松治疗, 提升骨密度。同时, 还需重视对软组织损伤的治疗, 及时采用消炎镇痛等对症疗法^[29], 缓解疼痛。

本研究存在几个局限性: (1) 该研究是回顾性研究, 具有回顾性研究的所有固有局限性。出于实际治疗需求和患者经济的考虑, 在术后一般仅进行 X 线片复查, 不会复查 MRI, 所以对于 PVA 术后后期的患者, 难以评估其胸腰椎筋膜及软组织情况。(2) 虽然 PVA 的短期疗效确切, 但是诸多学者报道, 在长期随访中出现邻椎病、继发邻椎骨折、伤椎再塌陷等并发症^[30-31], 同样会导致疼痛症状, PVA 的长期疗效有待进一步认证, 本研究随访时间不足, 评估方法有限, 无法论证 PVA 的长期疗效。(3) 没有对两种或多种因素可能产生的协同效应进行分析, 例如对于术前有胸腰椎筋膜损伤的患者, 术中采用双侧穿刺是否会加重其术后的疼痛, 也未进一步进行论证, 对两者的关联性认识不足, 研究设计有待进一步完善。(4) 手术医生并非同一组医生, 在手术过程和治疗理念可能存在差异, 统一的治疗理念和治疗手段对了解 PVA 术后残留腰背痛的发生至关重要。

参考文献

[1] 章轶立, 魏戌, 谢雁鸣, 等. 北京市社区中老年人骨量评估及骨质疏松症检出率分析[J]. 中国骨伤, 2020, 33(10): 916-921. ZHANG YI, WEI X, XIE YM, et al. Evaluation of bone mass and relevance ratio of osteoporosis among middle-aged and elderly population in Beijing community[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(10): 916-921. Chinese with abstract in

English.

- [2] 伍骥, 陈渲宇, 郑超. 再度认识骨质疏松性脊柱骨折的治疗[J]. 中国骨伤, 2019, 32(7): 587-590. WU J, CHEN XY, ZHENG C. Re-recognizing the treatment of osteoporotic spine fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(7): 587-590. Chinese with abstract in English.
- [3] Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures[J]. Lancet, 2002, 359(9319): 1761-1767.
- [4] Klazen CA, Lohle PN, de Vries J, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial[J]. Lancet, 2010, 376(9746): 1085-1092.
- [5] Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial[J]. Lancet, 2009, 373(9668): 1016-1024.
- [6] Gu CN, Brinjikji W, Evans AJ, et al. Outcomes of vertebroplasty compared with kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(6): 636-642.
- [7] Ip TP, Cheung SK, Cheung TC, et al. The Osteoporosis Society of Hong Kong (OSHK): 2013 OSHK guideline for clinical management of postmenopausal osteoporosis in Hong Kong[J]. Hong Kong Med J, 2013, 19(Suppl 2): 1-40.
- [8] 陈晨, 安忠诚, 张英健, 等. 椎体强化术后残留腰背痛的研究进展[J]. 中医正骨, 2020, 32(5): 26-30, 4. CHEN C, AN ZC, ZHANG YJ, et al. Research progress of residual back pain after percutaneous vertebral augmentation[J]. Zhong Yi Zheng Gu, 2020, 32(5): 26-30, 4. Chinese.
- [9] 徐人杰, 朱国清, 蔡小强, 等. 椎体成形术后残留腰背痛与腰背筋膜损伤的相关性研究[J]. 中国骨与关节外科, 2012, 5(5): 389-393. XU RJ, ZHU GQ, CAI XQ, et al. Correlation between pain relief after percutaneous vertebroplasty and lumbar fascia injury[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Wai Ke, 2012, 5(5): 389-393. Chinese.
- [10] 许正伟, 贺宝荣, 刘团江, 等. 胸腰椎骨质疏松性压缩骨折严重程度评分分型系统的可靠性研究[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(9): 772-776. XU ZW, HE BR, LIU TJ, et al. Evaluation of reliability of thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture severity score system[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2016, 32(9): 772-776. Chinese.
- [11] Yan Y, Xu R, Zou T. Is thoracolumbar fascia injury the cause of residual back pain after percutaneous vertebroplasty? A prospective cohort study[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(3): 1119-1124.
- [12] Voormolen MH, Mali WP, Lohle PN, et al. Percutaneous vertebroplasty compared with optimal pain medication treatment: short-term clinical outcome of patients with subacute or chronic painful osteoporotic vertebral compression fractures. The VERTOS study [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(3): 555-560.
- [13] Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR, et al. A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures[J]. N Engl J Med, 2009, 361(6): 557-568.
- [14] Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures[J]. N Engl J Med, 2009, 361(6): 569-579.
- [15] Huang Z, Wan S, Ning L, et al. Is unilateral kyphoplasty as effective

- and safe as bilateral kyphoplasties for osteoporotic vertebral compression fractures? A meta-analysis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(9):2833-2842.
- [16] Chen X, Guo W, Li Q, et al. Is Unilateral percutaneous kyphoplasty superior to bilateral percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures? Evidence from a systematic review of discordant Meta-analysis [J]. *Pain Physician*, 2018, 21(4):327-336.
- [17] Broy SB. The vertebral fracture cascade: etiology and clinical implications[J]. *J Clin Densitom*, 2016, 19(1):29-34.
- [18] 沈煜, 冯明利, 徐军, 等. 老年骨质疏松性椎体压缩性骨折部位和腰椎骨密度对下腰部疼痛的影响[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(23):1818-1820.
- SHEN Y, FENG ML, XU J, et al. Research of the effect of bone mineral density and fracture site of the vertebrae on low back pain in elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2016, 96(23):1818-1820. Chinese.
- [19] 黄岩石, 吴迪. 唑来膦酸联合维生素 K2 在经皮椎体成形术治疗多节段骨质疏松性椎体压缩骨折中的临床应用[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(9):820-826.
- HUANG YS, WU D. Clinical application of zoledronic acid combined with vitamin K2 in percutaneous vertebroplasty for multi-segment osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(9):820-826. Chinese with abstract in English.
- [20] Bouxsein ML, Chen P, Glass EV, et al. Teriparatide and raloxifene reduce the risk of new adjacent vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis. Results from two randomized controlled trials [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(6):1329-1338.
- [21] Clark W, Bird P, Gonski P, et al. Safety and efficacy of vertebroplasty for acute painful osteoporotic fractures (VAPOUR): a multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled trial [J]. *Lancet*, 2016, 388(10052):1408-1416.
- [22] Fu Z, Hu X, Wu Y, et al. Is there a dose-response relationship of cement volume with cement leakage and pain relief after vertebroplasty [J]. *Dose Response*, 2016, 14(4):1559325816682867.
- [23] Hu L, Sun H, Wang H, et al. Cement injection and postoperative vertebral fractures during vertebroplasty [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1):228.
- [24] Hadley C, Awan OA, Zoarski GH. Biomechanics of vertebral bone augmentation [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2010, 20(2):159-167.
- [25] Bastian JD, Keel MJ, Heini PF, et al. Complications related to cement leakage in sacroplasty [J]. *Acta Orthop Belg*, 2012, 78(1):100-105.
- [26] Elder BD, Lo SF, Holmes C, et al. The biomechanics of pedicle screw augmentation with cement [J]. *Spine J*, 2015, 15(6):1432-1445.
- [27] Zhu RS, Kan SL, Ning GZ, et al. Which is the best treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: balloon kyphoplasty, percutaneous vertebroplasty, or non-surgical treatment? A Bayesian network meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(2):287-298.
- [28] Wang H, Sribastav SS, Ye F, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of single level vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature [J]. *Pain Physician*, 2015, 18(3):209-222.
- [29] Predel HG, Giannetti B, Connolly MP, et al. Efficacy and tolerability of a new ibuprofen 200 mg plaster in patients with acute sports-related traumatic blunt soft tissue injury/contusion [J]. *Postgrad Med*, 2018, 130(1):24-31.
- [30] 蔡凯文, 卢斌, 罗科锋, 等. 骨质疏松椎体压缩性骨折椎体强化术后邻椎骨折危险因素的研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(17):1087-1095.
- CAI KW, LU B, LUO KF, et al. Progression of the risk factors researches of adjacent vertebral fractures after vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fracture [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2019, 39(17):1087-1095. Chinese.
- [31] 唐永超, 李永贤, 张顺聪, 等. 骨水泥椎体强化术后椎体再塌陷的危险因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(11):985-990.
- TANG YC, LI YX, ZHANG SC, et al. Risk factor analysis for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous augmentation [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2017, 27(11):985-990. Chinese.

(收稿日期:2021-06-19 本文编辑:王宏)