

Therapeutic effect of percutaneous vertebroplasty combined with intensity-modulated radiation therapy for spinal metastases

SUN Jianye¹, LUN Junjie^{1*}, HU Xiaokun², ZHAO Junling¹, WU Wenliang¹, YIN Haozhi¹

(1. Department of Oncology, Changle People's Hospital, Weifang 262400, China;

2. Department of Interventional Medical Center, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266011, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the efficacy of percutaneous vertebroplasty (PVP) combined with intensity modulated radiation therapy (IMRT) for spinal vertebra metastases. **Methods** Data of 106 patients with spinal metastases were retrospectively analyzed, including 38 patients underwent PVP combined with IMRT (PVP+IMRT group), 38 received PVP (PVP group) and 30 received IMRT (IMRT group). The pain visual analogue scale (VAS), tumors of spine instability score (SINS) and Karnofsky performance status score (KPS) were used to evaluate pain, spinal stability improvement and functional status. The adverse reaction and local progression were also observed. *Kaplan-Meier* was used to analyze the survival analysis, while *Cox* proportional hazard model was used to evaluate the correlations of survival and clinical factors. **Results** There was no significant difference of local tumor progression among 3 groups 6 months after treatment ($\chi^2=5.890$, $P=0.061$). VAS were significant different among 3 groups 1 month, 3 months, 6 months and 12 months after treatment (all $P<0.05$), which in PVP+IMRT group was significantly lower than in IMRT group (both $P<0.0167$). Significant intragroup differences after and before treatment were observed in all 3 groups (all $P<0.0167$). Intragroup differences of KPS scores were noticed in PVP+IMRT and PVP groups before and after treatment ($P=0.007$, 0.033), also before and 3 months after treatment (both $P<0.0167$). There were statistically significant differences of SINS among 3 groups 1 and 3 months after treatment, also between PVP+IMRT and PVP group ($P<0.0167$). There was no significant difference of overall survival rate among 3 groups ($P>0.05$). Brain or visceral metastasis, KPS and the medical treatment were independent factors affecting prognosis. **Conclusion** PVP combined with IMRT for spinal metastases is good at relieving pain, maintaining the stability of vertebral body and improving the functional status.

[Keywords] spine; neoplasm metastasis; radiotherapy; percutaneous vertebroplasty; bone cement

DOI:10.13929/j.1672-8475.201903035

椎体成形术联合调强放射治疗脊柱转移瘤疗效

孙建业¹, 伦俊杰^{1*}, 胡效坤², 赵俊玲¹, 吴文亮¹, 殷好治¹

(1. 昌乐县人民医院肿瘤科, 山东 潍坊 262400; 2. 青岛大学附属医院

介入医学中心, 山东 青岛 266011)

[摘要] **目的** 探讨经皮椎体成形术(PVP)联合调强放射治疗(IMRT)对脊柱转移瘤的临床疗效。**方法** 回顾性分析 106 例脊柱转移瘤患者, 其中 38 例接受 PVP 联合 IMRT(PVP+IMRT 组), 38 例接受单纯 PVP(PVP 组), 30 例接受单纯 IMRT(IMRT 组)。采用疼痛视觉模拟评分(VAS)、脊柱肿瘤不稳定评分(SINS)及 Karnofsky 功能状态评分(KPS) 评估

[基金项目] 潍坊市科技局项目(2016YX145)。

[第一作者] 孙建业(1981—), 男, 山东潍坊人, 硕士, 主治医师。研究方向: 恶性肿瘤微创治疗。E-mail: cat-4321@163.com

[通信作者] 伦俊杰, 昌乐县人民医院肿瘤科, 262400。E-mail: lunjunjie001@163.com

[收稿日期] 2019-03-21 **[修回日期]** 2019-09-02

3 组患者疼痛、脊柱稳定性和功能状态,观察治疗不良反应及局部进展情况,以 Kaplan-Meier 法进行生存状况分析,Cox 模型评估各临床因素对预后的影响。**结果** 治疗后 6 个月 3 组局部进展率差异无统计学意义($\chi^2=5.890, P=0.061$);治疗后 1、3、6、12 个月,3 组 VAS 比较差异有统计学意义(P 均 <0.05),且 PVP+IMRT 组疼痛较 IMRT 组改善明显($P<0.0167$),各组组长内治疗前与治疗后 VAS 比较差异均有统计学意义(P 均 <0.0167);PVP+IMRT 组及 PVP 组组长内治疗前和治疗后 KPS 总体差异有统计学意义($P=0.007, 0.033$),治疗前与治疗后 3 个月比较差异均有统计学意义(P 均 <0.0167);治疗后 1、3 个月 3 组间 SINS 总体比较差异有统计学意义,且 PVP+IMRT 组与 PVP 组间差异有统计学意义($P<0.0167$)。3 组生存率差异无统计学意义($P>0.05$)。Cox 回归模型分析显示脑或内脏转移、KPS、内科治疗为独立预后影响因素。**结论** PVP+IMRT 治疗脊柱转移瘤能更好缓解疼痛,维持椎体稳定,改善功能状态。

[关键词] 脊柱;肿瘤转移;放射治疗;经皮椎体成形术;骨水泥

[中图分类号] R738.1; R815 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2019)11-0676-06

脊柱转移瘤引起的顽固性疼痛、病理性骨折甚至瘫痪严重影响患者生活质量^[1]。采用调强放射治疗(intensity modulated radiotherapy, IMRT)止痛效果明显,但起效时间长,椎体稳定性较难加强,且增加继发病理性骨折风险^[2]。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)通过向病变椎体注入骨水泥而快速增强椎体强度,能有效减轻疼痛,但对抑制癌细胞生长的作用有限^[3]。本研究探讨 PVP 联合 IMRT 治疗脊柱转移瘤的临床疗效,分析其影响因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集 2011 年 1 月—2016 年 3 月 106 例昌乐县人民医院收治的椎体转移瘤患者(共 164 个患病椎体),其中 38 例接受 PVP 联合 IMRT 治疗(PVP+IMRT 组),38 例接受 PVP 治疗(PVP 组),30 例接受 IMRT 治疗(IMRT 组),见表 1。纳入标准:①有恶性肿瘤病史,影像学或病理学明确诊断为单个或多个脊柱转移瘤;②患椎 Bilsky 脊髓压迫程度分级为 0~1C 级,椎体后壁侵犯程度低;③治疗前患椎疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS) >6 分;④均为胸、腰段椎体患病;⑤均有疼痛及相应节段神经功能障碍;⑥预期生存期大于 3 个月。排除标准:①不能耐受俯卧体位或不配合;②已接受椎体转移瘤开放性手术;③术前已接受放射治疗;④严重凝血功能障碍。治疗前完善椎体 CT/MR 检查和颅脑、胸、腹部 CT 检查。本研究经本院伦理委员会审查通过;患者均知情同意并签字。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Allura Xper FD20 双板 DSA、Siemens MAGnetom Venio 3.0T MR、Siemens System Somatom Definition AS+64 排多层螺旋 CT 机,骨水泥穿刺针(Cook 公司)、聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥(天津合成材料工业研究所)、Varian Clinac CX-SN5348 直线加速器。

嘱患者俯卧,消毒、铺巾,2%利多卡因局部麻醉,根据术前 CT 或 MRI 确定目标椎体和进针角度,治疗胸椎病灶通过胸椎关节入路,腰椎病灶通过椎弓根入路。于透视下穿刺目标椎体,使针尖位于椎体前中 1/3 交界处并达合适位置后,调配石膏期骨水泥,透视下向椎体注入,回退套管后继续注入,直至骨水泥弥散适当或见明显渗漏时停止。PVP+IMRT 组于 PVP 治疗后 1 周内行 IMRT。IMRT:CT 检查示大体肿瘤、硬膜外和椎旁侵犯病变,并参考 MRI、增强 CT 等表现确定大体靶区(gross tumor volume, GTV),临床靶区(clinical target volume, CTV)一般将 GTV 外扩 5 mm,将 CTV 外扩 5 mm 为计划靶区(planning target volume, PTV);采用 6 MV X 线对 PTV 行 4 野 IMRT,处方剂量 30~50 Gy,每日 2 Gy,总疗程 15~25 次。

1.3 疗效评价与随访 记录 PVP 手术及放疗相关不良反应。于术后 6 个月,根据实体瘤疗效评价标准 1.1 版不可测量病灶疗效判断标准评估疗效。行门诊或电话随访,分别于术前及术后 1、3、6、12 个月记录 VAS;术前及术后 1、3 个月记录脊柱不稳定评分(spinal instability neoplastic score, SINS)、Karnofsky 功能状态评分(Karnofsky performance score, KPS),随访期至患者死亡或末次随访。患者生存时间为治疗结束至死亡或末次随访时间。随访截止时间 2018 年 6 月。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 18.0 统计分析软件。方差齐性检验采用 Levene 法,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,以列联表 χ^2 检验比较 3 组间和组内不同时间点疗效评价及 KPS 等计数资料,两两比较采用 χ^2 分割法($P<0.0167$ 为差异有统计学意义);采用单因素方差分析比较 3 组间和组内不同时间 VAS 和 SINS,两两比较采用 Bonferroni 校正法;生存时间采用 Kaplan-Meier 法,Cox 模型分析各因素对患者预后的影响。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

3 组一般资料比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05), 见表 1。PVP 均顺利完成(图 1、2), 无重度椎管内骨水泥渗漏、肺栓塞等严重并发症, 无感染及手术死亡病例。

2.1 疗效评价 治疗后 6 个月, PVP+IMRT 组 3 例(3/38, 7.89%)、PVP 组 11 例(11/38, 28.95%)、IMRT 组 7 例(7/30, 23.33%)局部进展, 差异无统计学意义($\chi^2=5.890$, $P=0.061$)。

2.2 VAS 3 组治疗前 VAS 比较差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后 1、3、6、12 个月 3 组 VAS 差异均有统计学意义, 且 PVP+IMRT 组疼痛较 IMRT 组改善明显(P 均 < 0.0167); 治疗后 1、3 个月 PVP+IMRT 组与 PVP 组差异无统计学意义($P=0.653$ 、 0.109), 治疗后 6、12 个月差异有统计学意义(P 均 < 0.0167); 治疗后 1、3 个月 PVP 组与 IMRT 组差异有

统计学意义(P 均 < 0.0167), 治疗后 6、12 个月差异无统计学意义($P=0.979$ 、 0.850)。组内比较, 3 组治疗前与治疗后总体差异有统计学意义(P 均 < 0.001), PVP+IMRT 组与 PVP 组组内治疗前与治疗后的差异均有统计学意义(P 均 < 0.001), 但治疗后 1、3、6、12 个月两两比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.0167); IMRT 组治疗前与治疗后的差异均有统计学意义(P 均 < 0.0167), 治疗后 1 个月与 3、6、12 个月差异有统计学意义(P 均 < 0.0167), 治疗后 3、6、12 个月差异无统计学意义(P 均 > 0.0167)。见表 2。

2.3 KPS 3 组 KPS 治疗前及治疗后 1、3 个月组间比较差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。PVP+IMRT 组及 PVP 组组内治疗前和治疗后总体差异有统计学意义($P=0.007$ 、 0.033), 治疗前与治疗后的 3 个月差异有统计学意义(P 均 < 0.0167), 治疗后 1、3 个月间差异无统计学意义(P 均 > 0.0167)。见表 3。

表 1 患者一般临床资料(例)

组别	男/女	年龄(岁)		原发肿瘤类型				受累椎体数目	
		>55	≤ 55	肺癌	乳腺癌	肝癌	其他	单个	多个
PVP+IMRT 组($n=38$)	18/20	20	18	19	10	2	7	8	30
PVP 组($n=38$)	24/14	25	13	17	8	4	9	7	31
IMRT 组($n=30$)	19/11	16	14	20	5	2	3	10	20
χ^2 值	2.51	1.65		4.84				5.03	
P 值	0.28	0.44		0.56				0.32	

组别	脑或内脏转移		肿瘤内科治疗		SINS		VAS		KPS	
	有	无	有	无	0~6	7~12	>6	≤ 6	80~100	10~70
PVP+IMRT 组($n=38$)	18	20	29	9	9	29	27	11	14	24
PVP 组($n=38$)	21	17	31	7	10	28	29	9	12	26
IMRT 组($n=30$)	15	15	21	9	6	24	20	10	10	20
χ^2 值	0.48		1.25		0.37		0.78		0.24	
P 值	0.78		0.53		0.83		0.67		0.88	

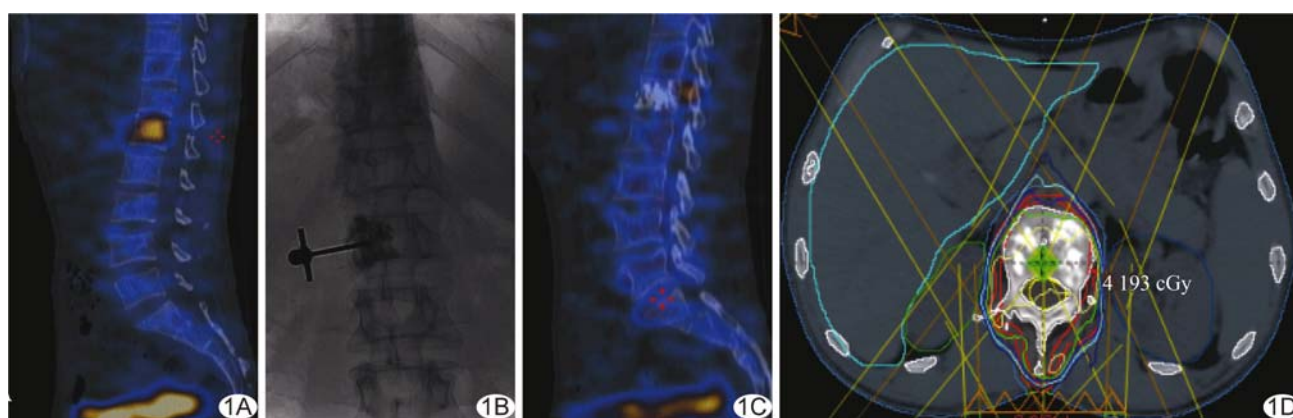


图 1 患者男, 56 岁, 肺癌脊柱转移瘤, 行 PVP+IMRT A. 术前增强 CT 示 L1 椎体放射浓聚; B. PVP 术中穿刺针到位后注射骨水泥; C. 术后 6 个月增强 CT 见原病灶骨水泥填充良好, 未见新发病灶及骨折; D. IMRT 计划, 为 4 野调强放疗, 避开脊髓, 包含上下各 1 个椎体

2.4 SINS 3 组治疗前 SINS 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 3 组治疗后 1、3 个月 SINS 总体差异有统计学意义, 治疗后 1、3 个月 PVP+IMRT 组与 IMRT 组差异均有统计学意义 (P 均 < 0.0167), PVP+IMRT 组与 PVP 组差异均无统计学意义 ($P = 0.154, 0.141$), PVP 组与 IMRT 组差异有统计学意义 ($P < 0.0167$)。PVP+IMRT 组及 PVP 组组内总体差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001), PVP+IMRT 组与 PVP 组治疗后 1、3 个月与治疗前差异均有统计学意义 (P 均 < 0.0167), 但治疗后 1、3 个月差异无统计学意义 ($P > 0.0167$)。见表 4。

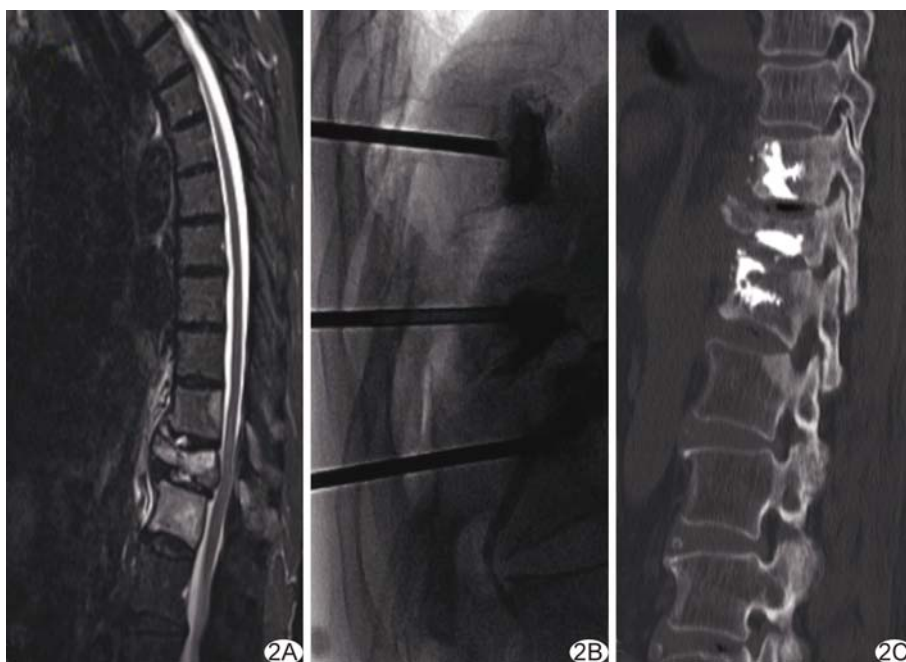


图 2 患者女, 66 岁, 肺癌多发脊柱转移瘤, 行 PVP A. 术前 MRI 示 T12、L1、L2 椎体转移瘤, L1 椎体压缩性骨折; B. PVP, 骨水泥填充可, 有骨水泥外溢; C. 术后 6 个月复查 CT, 见原病灶骨水泥填充可, 未见新发骨折

表 2 3 组各时间点 VAS 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后				F 值	P 值
		1 个月	3 个月	6 个月	12 个月		
PVP+IMRT 组 ($n=38$)	7.03 ± 1.15	3.02 ± 0.78	2.94 ± 0.75	2.80 ± 0.75	2.75 ± 0.89	158.791	< 0.001
PVP 组 ($n=38$)	7.13 ± 1.16	3.29 ± 0.89	3.35 ± 0.88	3.51 ± 0.89	3.47 ± 1.08	105.269	< 0.001
IMRT 组 ($n=30$)	6.96 ± 1.27	5.43 ± 1.10	3.85 ± 0.80	3.75 ± 0.98	3.82 ± 1.01	48.822	< 0.001
F 值	0.170	65.829	9.779	7.850	6.355	—	—
P 值	0.844	< 0.001	< 0.001	0.001	0.003	—	—

表 3 3 组各时间点 KPS 比较 [例 (%)]

组别	治疗前		治疗后				χ^2 值	P 值
			1 个月		3 个月			
	80~100	10~70	80~100	10~70	80~100	10~70		
PVP+IMRT 组($n=38$)	14(36.8)	24(63.2)	23(60.5)	15(39.5)	26(72.2)	10(27.8)	9.831	0.007
PVP 组($n=38$)	12(31.6)	26(68.4)	21(55.3)	17(44.7)	22(59.5)	15(40.5)	6.828	0.033
IMRT 组($n=30$)	10(33.3)	20(66.7)	16(53.3)	14(46.7)	17(60.7)	11(39.3)	4.709	0.094
χ^2 值	0.242		0.397		1.519			
P 值	0.886		0.820		0.468			

注: 治疗后 3 个月时, PVP+IMRT 组死亡 2 例, PVP 组死亡 1 例, IMRT 组死亡 2 例

表 4 3 组各时间点 SINS 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	治疗前	治疗后		F 值	P 值
		1 个月	3 个月		
PVP+IMRT 组 ($n=38$)	7.55 ± 1.62	6.10 ± 1.33	5.97 ± 1.23	14.567	< 0.001
PVP 组 ($n=38$)	7.50 ± 1.50	6.47 ± 0.97	6.41 ± 1.01	8.946	< 0.001
IMRT 组 ($n=30$)	7.47 ± 1.57	7.26 ± 1.48	7.17 ± 1.51	0.330	0.720
F 值	0.026	5.867	5.457		
P 值	0.884	0.004	0.001		

2.5 生存分析 截至随访结束,所有患者生存时间3~43个月,中位生存时间15个月[95%CI(13.25, 16.74)]。PVP+IMRT组、PVP组、IMRT组中位生存时间分别为14个月[95%CI(11.93, 16.07)]、15个月[95%CI(13.39, 16.61)]、17个月[95%CI(14.54, 19.46)],差异无统计学意义($P>0.05$),见图3。椎体转移数目、脑或内脏转移、KPS、内科治疗均对生存期有显著影响(图4),脑或内脏转移、KPS、内科治疗分别为独立预后影响因素(表5)。

表5 Cox回归模型生存分析

影响因素	P值	Exp(B)	95%CI
脑或内脏转移	<0.001	0.339	(0.209, 0.552)
KPS	0.014	1.772	(1.121, 2.801)
内科治疗	0.007	2.206	(1.247, 3.903)

2.6 不良反应 PVP+IMRT组骨水泥渗漏10例(10/38, 26.32%),其中椎旁组织渗漏3例,椎间盘渗漏4例,椎弓根渗漏2例,1例发生轻度椎管渗漏,临床无神经系统损伤表现。PVP组骨水泥渗漏7例(7/38, 18.42%),椎旁组织渗漏4例,椎间盘渗漏2例,椎旁静脉渗漏1例;2组渗漏率差异无统计学意义($\chi^2=0.680, P=0.410$)。IMRT组放疗期间放射毒性主要为恶心、食欲减退,经对症处理均可耐受。

3 讨论

疼痛控制是治疗脊柱转移瘤的首要问题^[4],其次是预防骨相关事件发生,目前56.0%~82.3%患者疼痛控制欠佳^[5]。精确放射治疗(precision radiotherapy, PT)主要适用于脊柱尚稳定或未出现脊髓压迫症者,Miller等^[6]报道,放射治疗脊柱肿瘤疼痛缓解中位时间为1个月,6个月和12个月局部有效率分别为63%和51%,疼痛进展中位时间为10个月;神经功能障碍[风险比(hazard ratio, HR)=2.48, $P<0.01$]和椎外骨转移(HR=2.83, $P<0.01$)与疼痛缓解相关。van der Velden等^[7]认为SINS是影响疼痛缓解的主要因素,SINS越高疼痛缓解越差,单纯PT用于SINS<6分者。目前认为PVP主要通过维持椎体力学的稳定性缓解疼痛,其控制疼痛和改善椎体稳定性的有效率为71.8%~89.4%。Bao等^[3,8]采用PVP治疗颈、胸椎转移瘤,止痛效果显著。Sun等^[9]对43例脊柱转移瘤患者行PVP治疗,术后1、3、6、12个月的疼痛缓解率分别为89.7%、87.5%、86.9%及84.6%。本研究结果也表明,IMRT、PVP和两者联合均可有效止痛。

PT可有效控制局部肿瘤发展,但术后1~2周才达到最佳止痛效果,疼痛控制总有效率一般低于60%,

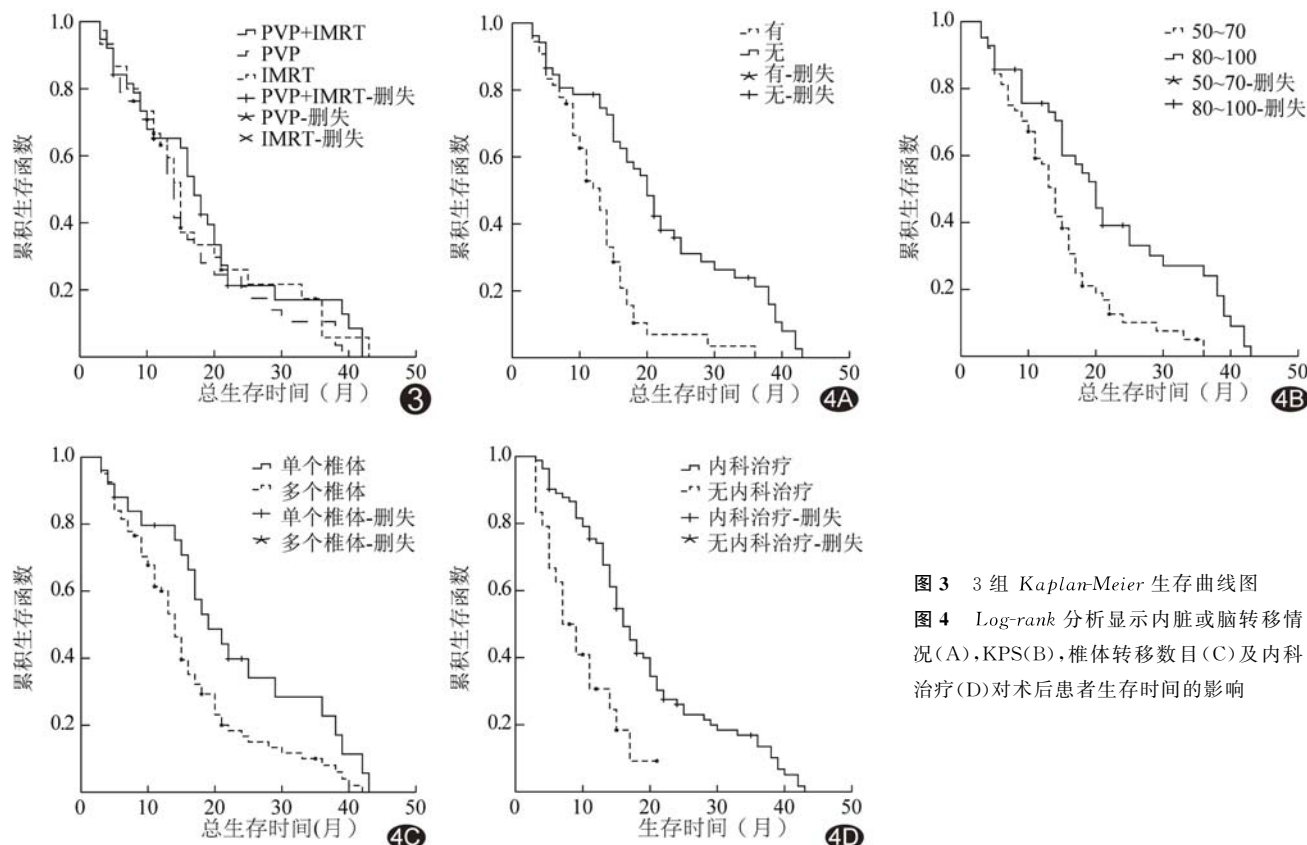


图3 3组Kaplan-Meier生存曲线图

图4 Log-rank分析显示内脏或脑转移情况(A),KPS(B),椎体转移数目(C)及内科治疗(D)对术后患者生存时间的影响

约 50% 患者在 6 个月内出现疼痛复发,且不能减少骨相关事件发生。PVP 可及时缓解疼痛、增加脊椎强度与稳定性,减少骨相关事件发生率^[10],两者联合效果显著^[5,11]。Huang 等^[4]对 137 例脊柱转移瘤患者分别行内放放射治疗(external radiotherapy, ERT)、PVP 及 ERT 联合 PVP 治疗,疼痛缓解有效率分别为 72.5%、76.3% 及 84.8%,ERT 联合 PVP 改善神经压迫症状有效率为 50%,ERT 为 18.2%,PVP 为 11.1%。本研究表明,PVP 联合 IMRT 能更好地控制疼痛,且组内术后 1、3、6、12 个月 VAS 差异无统计学意义(P 均 >0.0167),表明联合治疗止痛效果好。Yang 等^[11]认为 PVP 联合 ERT 治疗可提高局部抗肿瘤作用,而单纯 ERT 约需 3 周达到最好效果。本研究结果表明 PVP 联合 IMRT 可明显降低 SINS,增加椎体稳定性,术后 6 个月 3 组局部进展率比较虽差异无统计学意义,而 PVP+IMRT 组病变进展率明显降低,提示 PVP 联合 IMRT 治疗脊柱转移瘤可在一定程度上控制肿瘤进展;但术后 1、3 个月组间 KPS 差异无统计学意义,提示在术后短期,联合治疗对维持功能、减轻疼痛仍起主要作用。

对于脊柱转移瘤患者,治疗前应首先评估其功能状态和预期寿命,其次应评价肿瘤负荷、肿瘤控制情况以及全身治疗是否有效,综合评价制定个体化治疗方案^[5,12-13]。Petters 等^[14]发现 KPS 是影响肾癌脊柱转移患者生存最重要的危险因素,其次是内脏转移和其他部位转移。Huang 等^[4]认为术前 KPS 及有无内脏或脑转移是影响患者生存期的重要因素。本研究 Cox 回归模型分析显示,脑或内脏转移、KPS、内科治疗分别为独立预后影响因素。

综上所述,PVP 联合 IMRT 脊柱转移瘤疗效满意,可明显减轻患者疼痛,一定程度上提高局部控制率,改善患者生活质量。

[参考文献]

- [1] 崔云鹏,施学东. 脊柱转移瘤治疗进展. 肿瘤防治研究, 2018, 45(5):337-342.
- [2] Redmond KJ, Lo SS, Fisher C, et al. Postoperative stereotacticbody radiationtherapy (SBRT) for spine metastases: A critical review to guide practice. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2016, 95(5):1414-1428.
- [3] Bao L, Jia P, Li J, et al. Percutaneous vertebroplasty relieves pain in cervical spine metastases. Pain Res Manag, 2017, 2017:3926318.
- [4] Huang M, Zhu H, Liu T, et al. Comparison of external radiotherapy and percutaneous vertebroplasty for spinal metastasis. Asia Pac J Clin Oncol, 2016, 12(2):e201-e208.
- [5] Cazzato RL, Arrigoni F, Boatta E, et al. Percutaneous management of bone metastases: State of the art, interventional strategies and joint position statement of the Italian College of MSK Radiology (ICoMSKR) and the Italian College of Interventional Radiology (ICIR). Radiol Med, 2019, 124(1): 34-49.
- [6] Miller JA, Balagamwala EH, Angelov L, et al. Stereotactic radiosurgery for the treatment of primary and metastatic spinal sarcomas. Technol Cancer Res Treat, 2017, 16(3):276-284.
- [7] van der Velden JM, Versteeg AL, Verkooijen HM, et al. Prospective evaluation of the relationship between mechanical stability and response to palliative radiotherapy for symptomatic spinal metastases. Oncologist, 2017, 22(8):972-978.
- [8] 施斐,倪才方,陈珑,等. C 臂 CT 结合 X 线透视引导下经皮椎体成形术治疗疼痛性上胸椎转移癌. 中国医学影像技术, 2018, 34(10):1545-1548.
- [9] Sun G, Li L, Jin P, et al. Percutaneous vertebroplasty for painful spinal metastasis with epidural encroachment. J Surg Oncol, 2014, 110(2):123-128.
- [10] 刘臻,潘诗农. 经皮骨水泥成形术治疗骨转移瘤研究进展. 中国介入影像与治疗学, 2019, 16(7):434-438.
- [11] Yang Z, Tan J, Zhao R, et al. Clinical investigations on the spinal osteoblastic metastasis treated by combination of percutaneous vertebroplasty and (125) I seeds implantation versus radiotherapy. Cancer Biother Radiopharm, 2013, 28(1): 58-64.
- [12] Tokuhashi Y, Uei H, Oshima M, et al. scoring system for prediction of metastatic spine tumor prognosis. World J Orthop, 2014, 5(3):262-271.
- [13] Lei M, Liu Y, Liu S, et al. Individual strategy for lung cancer patients with metastatic spinal cord compression. Eur J Surg Oncol, 2016, 42(5):728-734.
- [14] Petters RJ, Spitz SM, Rhee J, et al. Tokuhashi score is predictive of survival in a cohort of patients undergoing surgery for renal cell carcinoma spinal metastases. Euro Spine J, 2015, 24(10):2142-2149.