

# CT 引导下<sup>125</sup>I 粒子联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 缓解前列腺癌骨转移患者外照射失败后疼痛的临床价值

纪立秋 郝珊瑚 王治国 张文文 张国旭

北部战区总医院核医学科, 沈阳 110016

通信作者: 张国旭, Email: zhangguoxu502@sina.com

**【摘要】** 目的 评价 CT 引导下<sup>125</sup>I 粒子联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 缓解前列腺癌骨转移患者外照射失败后疼痛的临床价值。方法 回顾性分析 2019 年 1 月至 2021 年 6 月北部战区总医院核医学科收治的 48 例(年龄 56~85 岁)前列腺癌骨转移患者的临床资料, 分别行<sup>125</sup>I 粒子植入联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗(A 组)和单纯<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗(B 组), 采用两独立样本 *t* 检验及重复测量方差分析评价 2 组治疗前后(治疗前, 治疗后 3 d、4 周、8 周、12 周)疼痛程度(最严重疼痛、最轻疼痛、平均疼痛和当前疼痛)评分和骨痛干扰评分的差异, 以及治疗后 12 周 2 组前列腺特异抗原(PSA)、游离 PSA(fPSA)、碱性磷酸酶(ALP)的差异。结果 A 组 23 例患者 39 个骨转移灶共植入粒子 722 颗, 植入成功率为 97.44%(38/39); B 组 25 例患者。A 组最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分随时间延长下降(*F* 值: 3.71~22.47, 均 *P*<0.05), 除治疗后 3 d 的评分外, 余治疗后不同时间的最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分与治疗前相比, 差异均有统计学意义(均 *P*<0.05); B 组最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分治疗前后亦有差异(*F* 值: 2.45~2.52, *P* 值: 0.044~0.049), 评分先下降(至治疗后 8 周)后回升, 治疗后 8 周评分低于治疗前(均 *P*<0.05), 但治疗后 12 周 4 种疼痛程度评分与治疗前相比差异无统计学意义(*P* 值: 0.057~0.693)。治疗后 12 周, 2 组最严重疼痛、平均疼痛和当前疼痛评分差异有统计学意义(*t* 值: 2.04~3.41, *P* 值: 0.001~0.047)。治疗后 12 周 A 组的骨痛干扰评分高于 B 组(*t* 值: 2.04~3.16, *P* 值: 0.022~0.047)。术后 A 组 PSA、fPSA 和 ALP 均低于 B 组(*t* 值: 4.38~6.82, *P* 值: 0.012~0.042)。结论 CT 引导下<sup>125</sup>I 粒子植入联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗前列腺癌骨转移患者外照射失败后骨痛可行有效, 尤其对于爆发性疼痛联合治疗有明显优势。

**【关键词】** 前列腺肿瘤; 肿瘤转移; 骨骼; 近距离放射疗法; 碘放射性同位素; 放射疗法; 镥放射性同位素

基金项目: 辽宁省民生科技计划联合计划(2021JH2/10300098)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20220704-00207

## Clinical value of CT-guided <sup>125</sup>I seeds combining with <sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> in relieving pain of patients with bone metastases from prostate cancer after failure of external irradiation

Ji Liqiu, Hao Shanhu, Wang Zhiguo, Zhang Wenwen, Zhang Guoxu

Department of Nuclear Medicine, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China

Corresponding author: Zhang Guoxu, Email: zhangguoxu502@sina.com

**【Abstract】** **Objective** To evaluate the clinical value of CT-guided <sup>125</sup>I seeds implantation combining with <sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> to relieve pain after failure of external irradiation in patients with bone metastases from prostate cancer. **Methods** Clinical data of 48 patients (age 56–85 years) with bone metastases from prostate cancer admitted to General Hospital of the Northern Theater Command from January 2019 to June 2021 were retrospectively analyzed. Patients were treated with <sup>125</sup>I seeds implantation combining with <sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> (group A) and <sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> alone (group B), respectively. Independent-sample *t* test and repeated measures analysis of variance were used to evaluate the differences of pain level (most severe pain, least pain, mean pain and current pain) scores and bone pain interference scores between 2 groups before and after treatment (before treatment, 3 d, 4 weeks, 8 weeks and 12 weeks after treatment). Prostate specific antigen (PSA), free PSA (fPSA) and alkaline phosphatase (ALP) 12 weeks after treatment of 2 groups were also compared by using independent-sample *t* test. **Results** In group A, a total of 722 seeds were implanted in 39 bone metastases in 23 patients, and the implantation successful rate was 97.44% (38/39). There were 25 patients in group B. In group A, the most severe pain, mean pain and current pain scores decreased with time (*F* values: 3.71–22.47, all *P*<0.05). Except for the scores at 3 d posttreatment, most severe pain, mean pain, and current pain scores at different times showed significant differences with those before treatment

(all  $P < 0.05$ ). There were also differences in the most severe pain, mean pain, and current pain scores in group B before and after treatment ( $F$  values: 2.45–2.52,  $P$  values: 0.044–0.049), with scores decreasing first (till 8 weeks after treatment) and increasing later. The most severe pain, mean pain, and current pain scores 8 week after treatment were lower than those before treatment (all  $P < 0.05$ ), but all the four scores at 12 weeks were not significantly different from those before treatment ( $P$  values: 0.057–0.693). At 12 weeks after treatment, the differences in the most severe pain, mean pain and current pain scores between 2 groups were statistically significant ( $t$  values: 2.04–3.41,  $P$  values: 0.001–0.047). Bone pain interference scores 12 weeks after treatment in group A were higher than those in group B ( $t$  values: 2.04–3.16,  $P$  values: 0.022–0.047), and PSA, fPSA and ALP 12 weeks after treatment in group A were significantly lower than those in group B ( $t$  values: 4.38–6.82,  $P$  values: 0.012–0.042). **Conclusion** CT-guided  $^{125}\text{I}$  seeds implantation combined with  $^{89}\text{SrCl}_2$  is feasible and effective for the treatment of bone pain after failed external irradiation in patients with prostate cancer bone metastases, especially for the combination of fulminant pain.

**【Key words】** Prostatic neoplasms; Neoplasm metastasis; Skeleton; Brachytherapy; Iodine radioisotopes; Radiotherapy; Strontium radioisotopes

**Fund program:** Liaoning Province Minsheng Science and Technology Program Joint Project (2021JH2/10300098)

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20220704-00207

晚期前列腺癌发生骨转移者约占 80% ~ 90%<sup>[1-2]</sup>, 骨痛是显著降低患者生活质量的最早症状, 此时缓解疼痛以姑息治疗为主。外放疗是缓解骨痛最有效的局部治疗方法<sup>[3]</sup>, 若病灶邻近脊髓或相对于重要器官边缘不清楚, 规定的外放疗剂量将低于最佳剂量, 影响止痛效果。对于外放疗后出现复发性疼痛的患者, 一般联合  $^{89}\text{SrCl}_2$  或双膦酸盐及个性化剂量的镇痛剂治疗, 但由于耐药性或剂量相关不良反应, 长期止痛效果不佳。有研究证实,  $^{125}\text{I}$  粒子治疗实体肿瘤具有优势<sup>[4-7]</sup>。本研究分析了  $^{125}\text{I}$  粒子植入联合  $^{89}\text{SrCl}_2$  缓解前列腺癌骨转移患者外照射失败后疼痛的临床价值。

## 资料与方法

1. 患者一般资料及分组。回顾性分析 2019 年 1 月至 2021 年 6 月间北部战区总医院核医学科收治的 48 例中至重度骨痛前列腺癌骨转移患者的临床资料, 年龄 56 ~ 85 (70.0 ± 7.7) 岁, Gleason 评分 5 ~ 8 (7.10 ± 1.09) 分。采用随机数字表法将患者分为 2 组: A 组行  $^{125}\text{I}$  粒子植入联合  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗, B 组单纯行  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗。本研究经医院伦理委员会批准 (伦理号: YL2021-07), 所有患者签署知情同意书。入组患者既往均针对骨转移灶疼痛行外照射治疗。

纳入标准: (1) 经穿刺活组织检查 (简称活检) 或术后病理证实前列腺癌; (2) 骨转移是疼痛的唯一可能原因, 且接受大剂量镇痛药超过 1 个月; (3) 填写简明疼痛评估量表 (brief pain inventory, BPI) 前 24 h 内, 最严重疼痛得分  $\geq 4$  分<sup>[8]</sup>; (4) 骨转移灶最大径  $\leq 5$  cm; (5) 预计生存期  $> 3$  个月; (6) 无严重凝血功能障碍。排除标准: (1) 合并其他恶性肿瘤; (2) 恶病质; (3) 临床资料不完整或失访。

2. 治疗方法。(1) 仪器和设备。采用美国 GE 公司 Discovery VCT PET/CT 仪配置的 64 排 CT 行常规扫描; 植入枪及推送顶针均由象山锦衡机械制造有限公司生产, 穿刺针采用日本八光 (15 ~ 20 cm)  $\times$  18G; 粒子治疗计划系统 (treatment planning system, TPS) 由北京飞天兆业科技有限责任公司提供; 粒子源由北京原子高科股份有限公司生产。

(2)  $^{125}\text{I}$  粒子植入。将术前 1 周内增强 CT 扫描图像导入 TPS 进行粒子设计, 术前评估患者手术风险并进行手术安全核查。结合 TPS 计划, 术中依据 CT 扫描及具体骨转移灶的成骨情况对植入针位置和方向进行调整, 完成粒子植入。术中术后监测患者状态。

(3)  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗。A 组患者于  $^{125}\text{I}$  粒子植入术后第 3 日行  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗 ( $^{89}\text{Sr}$  注射液为成都中核高通同位素股份有限公司产品), 剂量 100 ~ 150 MBq/例次。

3. 随访及骨痛缓解观察指标。治疗后 3 d、4 周、8 周、12 周对患者进行随访, 其后每 2 个月随访 1 次。随访内容包括量表、影像学检查及实验室检查等。(1) BPI 评分 (各项范围均为 0 ~ 10 分), 包括疼痛程度 (最严重疼痛、最轻疼痛、平均疼痛和当前疼痛) 评分和骨痛干扰 (日常活动、情绪、行走能力、日常工作、社交活动、睡眠质量和生活兴趣) 评分; 疼痛程度评分分数为 0 ~ 10 分 (不痛 ~ 疼痛最强烈), 骨痛干扰评分分数为 0 ~ 10 分 (得分越高, 表明生活质量越好)。患者于治疗前及治疗后 3 d、4 周、8 周和 12 周在专业疼痛科医师的协助下完成上述量表。

(2) 影像学及实验室检查。患者均在术后 3 ~ 5 周内行增强 CT 及血液学检查 (血常规、肝肾功能、血离子等), 以评估治疗的安全性和有效性<sup>[9]</sup>; 检测治疗前及治疗后 12 周的前列腺特异抗原 (prostate

specific antigen, PSA)、游离 PSA (free PSA, fPSA), 检测碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP), 三者正常参考范围分别 0~4 和 0~1.5  $\mu\text{g/L}$ 、45~125 U/L。另外, 记录术中及术后并发症。

4. 统计学处理。采用 IBM SPSS 20.0 软件进行数据分析, 符合正态分布的定量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用两独立样本  $t$  检验或 Wilcoxon 秩和检验进行分析; 定性资料以频数 (百分比) 表示, 采用  $\chi^2$  检验分析。采用重复测量方差分析探讨治疗前后疼痛程度评分的差异, 采用 Bonferroni 法行两两比较。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 粒子植入情况。A 组 23 例患者共 75 个骨转移灶, B 组 25 例患者共 82 个骨转移灶。A 组共 39 个骨转移灶行  $^{125}\text{I}$  粒子植入 (图 1), 其中最大径  $\leq 2$  cm 病灶 16 个,  $>2$  cm 且  $<4$  cm 病灶 17 个,  $\geq 4$  cm 且  $\leq 5$  cm 病灶 6 个; 部位: 颈椎、胸椎、腰椎处病灶 20 个 (51.28%, 20/39), 髌骨、坐骨、耻骨处病灶 15 个 (38.46%, 15/39), 肩胛骨、肋骨、胸壁处病灶 4 个 (10.26%, 4/39)。  $^{125}\text{I}$  粒子植入成功率为 97.44% (38/39), 共植入粒子 722 颗, 每个病灶植入 10~36 (  $18.5 \pm 7.0$ ) 颗粒子。患者术中术后均未出现严重并发症, 至随访结束 A 组有 10.67% (8/75) 的骨转移灶疼痛复发。

2. 骨痛缓解情况。随访至 2022 年 1 月 30 日, 无患者失访。(1) 疼痛程度评分情况 (表 1)。(1) 组内比较。A 组最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分

随时间延长呈不同程度下降 ( $F$  值: 3.71~22.47, 均  $P < 0.05$ ), 除治疗后 3 d 的评分外, 余治疗后不同时间的最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分与治疗前的差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ); B 组最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分治疗前后亦有差异 ( $F$  值: 2.45~2.52,  $P$  值: 0.044~0.049), 评分先下降后回升, 治疗后 8 周时三者与治疗前相比, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ), 但治疗后 12 周最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛与治疗前相比差异均无统计学意义 ( $P$  值: 0.057~0.693)。(2) 组间比较。治疗后 3 d 与 4 周, 2 组最严重疼痛评分均有不同程度下降, 2 组差异有统计学意义 ( $t$  值: 2.04 和 2.14,  $P$  值: 0.047 和 0.038)。治疗后 12 周, 2 组最严重疼痛、平均疼痛和当前疼痛评分比较差异有统计学意义 ( $t$  值: 2.04~3.41,  $P$  值: 0.001~0.047)。

(2) 骨痛干扰评分 (表 2)。治疗后 12 周, A 组的骨痛干扰评分均高于 B 组, 差异有统计学意义 ( $t$  值: 2.04~3.16,  $P$  值: 0.022~0.047)。此外, A 组术后 12 周 PSA、fPSA、ALP 明显低于 B 组, 差异有统计学意义 ( $t$  值: 4.38~6.82,  $P$  值: 0.012~0.042; 表 3)。

## 讨 论

晚期前列腺癌患者易发生骨转移, 外放疗可缓解骨痛, 但部分患者会出现复发性疼痛。本研究纳入前列腺癌骨转移患者, 分别采用  $^{125}\text{I}$  粒子植入联合  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗和单纯  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗, 评价并比较不同治疗组患者治疗前后的变化。结果显示,  $^{125}\text{I}$  粒子植入与  $^{89}\text{SrCl}_2$  联合使用可较单独应用  $^{89}\text{SrCl}_2$  有更有

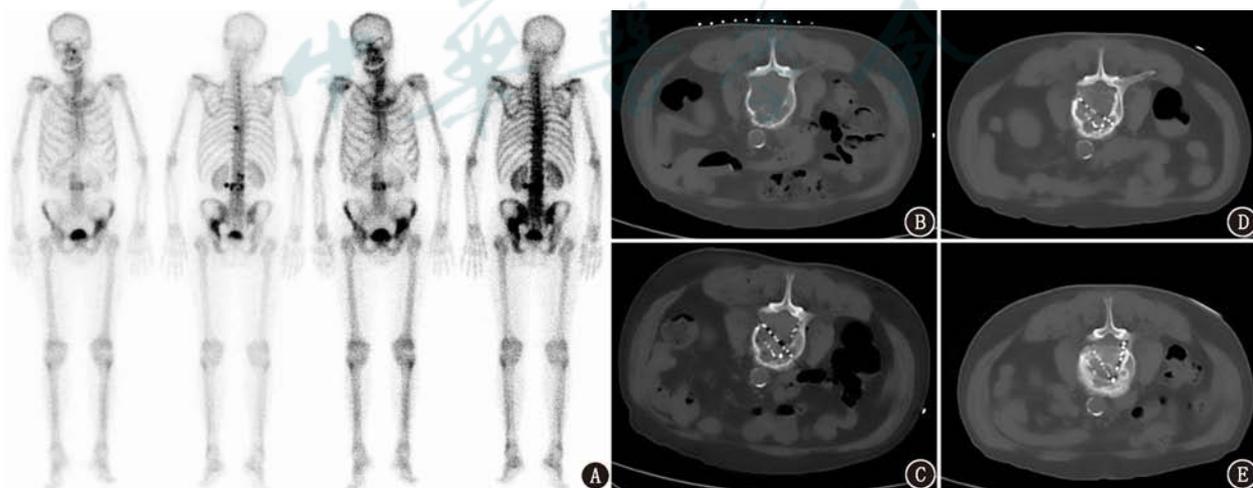


图 1 前列腺癌患者 (72 岁, Gleason 评分 8 分)  $^{125}\text{I}$  粒子植入前全身骨显像图及植入前后不同时间腰椎 CT 图。A. 胸 8 椎体、腰 2~4 椎体、左侧髌骨局灶显像剂异常浓聚, 提示多发骨转移; 行胸 8 椎体左侧横突、腰 2、腰 3 椎体、左侧髌骨  $^{125}\text{I}$  粒子植入术; B, C. 第 3 腰椎病灶粒子植入术中, 病灶大小为 4.72 cm $\times$ 3.73 cm, 术后行  $^{89}\text{SrCl}_2$  治疗; D. 术后 3 个月复查, 病灶大小为 4.01 cm $\times$ 3.32 cm; E. 术后 6 个月再次复查, 病灶大小为 3.84 cm $\times$ 3.21 cm, 评价为部分缓解



**表 1** 不同组别前列腺癌骨转移患者治疗前后疼痛程度评分比较( $\bar{x}\pm s$ ) 分

组别	例数	治疗前				治疗后 3 d			
		最严重疼痛	最轻疼痛	平均疼痛	当前疼痛	最严重疼痛	最轻疼痛	平均疼痛	当前疼痛
A 组	23	7.42±0.83	3.12±0.91	4.55±0.74	4.05±0.62	7.04±0.36	3.02±0.63	4.22±0.87	4.03±0.74
B 组	25	7.35±0.62	3.17±0.85	4.62±0.53	4.01±0.36	7.32±0.56	3.05±0.71	4.43±0.75	4.01±0.42
<i>t</i> 值		0.33	0.20	0.38	0.22	2.04	0.16	0.90	0.12
<i>P</i> 值		0.741	0.845	0.706	0.83	0.047	0.874	0.374	0.908

组别	例数	治疗后 4 周				治疗后 8 周			
		最严重疼痛	最轻疼痛	平均疼痛	当前疼痛	最严重疼痛	最轻疼痛	平均疼痛	当前疼痛
A 组	23	6.13±0.26	2.85±0.26	3.91±0.45	3.72±0.53	6.12±0.83	2.72±0.82	3.72±0.68	3.57±0.62
B 组	25	6.73±1.32	2.96±0.74	4.12±0.69	3.85±0.87	6.72±1.25	2.94±0.85	4.02±0.76	3.79±0.41
<i>t</i> 值		2.14	0.68	1.24	0.62	1.94	0.91	1.44	1.46
<i>P</i> 值		0.038	0.503	0.222	0.539	0.058	0.367	0.158	0.151

组别	例数	治疗后 12 周			
		最严重疼痛	最轻疼痛	平均疼痛	当前疼痛
A 组	23	5.98±0.76	2.65±0.73	3.69±0.98	3.47±0.75
B 组	25	6.89±1.05	3.08±0.75	4.45±1.14	3.98±0.96
<i>t</i> 值		3.41	2.01	2.47	2.04
<i>P</i> 值		0.001	0.051	0.017	0.047

注:A 组为行<sup>125</sup>I 粒子植入联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗组,B 组为单纯行<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗组

**表 2** 不同组别前列腺癌骨转移患者治疗前及治疗后 12 周骨痛干扰评分比较( $\bar{x}\pm s$ ) 分

组别	例数	治疗前后	日常活动	情绪	行走能力	日常工作	社交活动	睡眠质量	生活兴趣
A 组	23	治疗前	6.25±1.45	6.12±1.54	5.72±0.91	5.94±1.19	6.46±1.32	6.39±1.17	6.32±1.29
	23	治疗后	8.53±1.16	7.35±1.63	8.06±1.23	7.64±1.32	7.56±0.91	7.27±0.87	7.29±1.05
<i>t</i> 值			5.89	2.63	7.34	4.59	3.29	2.90	2.80
<i>P</i> 值			<0.001	0.012	<0.001	<0.001	0.002	0.006	0.008
B 组	25	治疗前	5.96±1.12	5.93±1.36	6.17±1.32	6.12±1.37	6.43±0.97	6.15±1.24	6.03±0.97
	25	治疗后	7.11±2.65	6.44±1.16	6.91±1.29	6.87±1.29	6.95±1.02	6.68±1.06	6.58±1.18
<i>t</i> 值			2.00	1.43	2.01	1.99	1.85	1.62	1.80
<i>P</i> 值			0.051	0.160	0.051	0.052	0.071	0.111	0.078

**表 3** 不同组别前列腺癌骨转移患者治疗后 12 周 PSA、fPSA、ALP 的比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	PSA (μg/L)	fPSA (μg/L)	ALP (U/L)
A 组	23	19.34±6.83	6.83±3.51	80.24±37.42
B 组	25	26.76±9.16	9.67±3.98	104.38±37.53
<i>t</i> 值		4.38	6.82	4.97
<i>P</i> 值		0.042	0.012	0.031

注:ALP 为碱性磷酸酶,fPSA 为游离前列腺特异抗原,PSA 为前列腺特异抗原

效的止痛效果。A 组治疗后 12 周最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分均较治疗前下降,且 A 组术后 12 周 PSA、fPSA、ALP 明显低于 B 组(*t* 值:4.38~6.82, *P* 值:0.012~0.042)。有研究报道,42 例骨转移疼痛患者行常规剂量分割放疗,其有效缓解时间[(13.86±2.61) d]明显长于核素治疗组[(9.53±2.72) d],但止痛效果相对弱于核素治疗组<sup>[10]</sup>。本研究中,除治疗后 3 d 的评分外,A 组治疗后其他时间的最严重

疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分均低于治疗前(均 *P*<0.05),表明最严重疼痛在粒子植入后明显好转,提示对于爆发性疼痛,联合治疗有明显优势。本研究还探讨了骨痛患者的骨痛干扰评分,治疗后 A 组患者的评分均高于治疗前,且高于 B 组患者(*t* 值:2.04~7.34,均 *P*<0.05)。

A 组治疗后 12 周,患者的最严重疼痛、平均疼痛和当前疼痛评分仍低于治疗前(均 *P*<0.05),提示 A 组治疗对疼痛控制效果较好,持续时间长。B 组治疗后 8 周,患者的最严重疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分低于治疗前(均 *P*<0.05),但治疗后 12 周最严重疼痛、最轻疼痛、平均疼痛、当前疼痛评分与治疗前相比差异无统计学意义(*P* 值:0.057~0.693)。这一结果可能与<sup>125</sup>I 粒子的 59.6 d 及<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 的 50.5 d 的长半衰期有关,也与骨转移灶可持续接收 90~140 Gy 的 γ 射线及 1.46 MeV 纯 β 射线有关。本研究于 38 个

病灶成功植入<sup>125</sup>I 粒子 722 颗,病灶中椎体骨转移灶占 51.28%(20/39),若放射剂量过大易损伤脊髓,<sup>125</sup>I 粒子的有效半径为 1.7 cm,通过调整粒子位置,重叠的放射剂量可有效覆盖肿瘤全部及肿瘤周边正常组织内的亚临床区域,从而达到肿瘤内部高放射剂量,而周边正常组织内放射剂量迅速衰减,不增加脊髓等邻近重要组织的放射性损伤,实现最大程度地杀伤肿瘤组织并保护周围正常组织<sup>[11]</sup>。随访结束时,A 组有 10.67%(8/75)的骨转移灶疼痛复发,可考虑行第 2 次<sup>125</sup>I 粒子植入或<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗。

本研究尚存不足。(1) 主要纳入最大径≤5 cm 的骨转移灶,研究结论对于巨块型病灶、肿块边界不规则,靠近脊髓、重要血管、重要脏器危险区域的病灶是否可行,尚不确定。(2) 其他肿瘤的骨转移灶中溶骨性病灶可能占主导,在之前治疗基础上联合双膦酸盐类药物是否会增加不良反应的发生影响患者耐受性,以及后续如何处理有待研究。针对以上问题,下一步会收集相关实体肿瘤骨转移患者中影响粒子空间分布使剂量分布不均匀的病例进行系统性分析。

综上,研究表明,对于外放疗失败的前列腺癌骨转移患者,CT 引导下<sup>125</sup>I 粒子植入联合<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗有效,较单独使用<sup>89</sup>SrCl<sub>2</sub> 治疗可使患者疼痛缓解时间延长至治疗后 12 周,是可行且有效的治疗方法。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 纪立秋:研究实施、论文撰写、统计学分析;郝珊瑚、王治国、张天文、张国旭:研究指导、论文修改

### 参 考 文 献

- [1] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2019[J]. CA Cancer J Clin, 2019, 69(1): 7-34. DOI:10.3322/caac.21551.
- [2] Shou J, Zhang Q, Wang S, et al. The prognosis of different distant metastases pattern in prostate cancer: a population based retrospective study[J]. Prostate, 2018, 78(7): 491-497. DOI:10.1002/pros.23492.
- [3] Rusthoven CG, Jones BL, Flaig TW, et al. Improved survival with prostate radiation in addition to androgen deprivation therapy for men with newly diagnosed metastatic prostate cancer[J]. J Clin Oncol, 2016, 34(24): 2835-2842. DOI:10.1200/JCO.2016.67.4788.
- [4] Chen Y, Jiang Y, Ji Z, et al. Efficacy and safety of CT-guided <sup>125</sup>I seed implantation as a salvage treatment for locally recurrent head and neck soft tissue sarcoma after surgery and external beam radiotherapy: a 12-year study at a single institution[J]. Brachytherapy, 2020, 19(1): 81-89. DOI:10.1016/j.brachy.2019.09.006.
- [5] Pang Q, Zhou L, Hu XS, et al. Biliary stenting alone versus biliary stenting combined with <sup>125</sup>I particles intracavitary irradiation for the treatment of advanced cholangiocarcinoma[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 11348. DOI:10.1038/s41598-019-47791-4.
- [6] 张玉卫,刘泽洲,梁岩松,等.食管鳞状细胞癌颈部转移淋巴结放疗后复发<sup>125</sup>I 粒子植入治疗的近期疗效分析[J].中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(1): 27-30. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200825-00324. Zhang YW, Liu ZZ, Liang YS, et al. Analysis of the short-term efficacy of <sup>125</sup>I seed implantation for recurrent cervical metastatic lymph nodes of esophageal squamous cell carcinoma after external beam radiation therapy[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(1): 27-30. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200825-00324.
- [7] 陈恩立,张宏涛,刘泽洲,等. CT 引导<sup>125</sup>I 粒子植入治疗头颈部复发转移肿瘤近期疗效的影响因素分析[J].中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(2): 93-97. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.02.006. Chen EL, Zhang HT, Liu ZZ, et al. Factors influencing the short-term efficacy of CT-guided <sup>125</sup>I seeds implantation in the treatment of recurrent and metastatic tumors of head and neck[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40(2): 93-97. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2020.02.006.
- [8] Majedi H, Dehghani SS, Soleyman-Jahi S, et al. Validation of the persian version of the brief pain inventory (BPI-P) in chronic pain patients[J]. J Pain Symptom Manage, 2017, 54(1): 132-138.e2. DOI:10.1016/j.jpainsymman.2017.02.017.
- [9] 中华医学会核医学分会.放射性<sup>125</sup>I 粒子植入治疗恶性实体肿瘤技术质量管理核医学专家共识(2019 年版)[J].中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(11): 673-678. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200227-00073. Chinese Society of Nuclear Medicine. 2019 Expert consensus for technical quality management of radioactive <sup>125</sup>I seeds implantation in the treatment of malignant solid tumors[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40(11): 673-678. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200227-00073.
- [10] 张丽莉.常规放射治疗与<sup>89</sup>Sr 核素治疗对骨转移性疼痛的临床效果对比[J].中国实用医刊, 2019, 46(12): 73-75. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-4756.2019.12.021. Zhang LL. Comparison of the effects of conventional radiotherapy and <sup>89</sup>Sr nuclides on patients with bone metastatic pain[J]. Chin J Pract Med, 2019, 46(12): 73-75. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-4756.2019.12.021.
- [11] Bozkurt TK, Tang Q, Grunstein LL, et al. Outcomes of cataract surgery in eyes with ocular melanoma treated with iodine-125 brachytherapy[J]. J Cataract Refract Surg, 2018, 44(3): 287-294. DOI:10.1016/j.jcrs.2017.12.019.

(收稿日期:2022-07-04)

