

论 著

CT引导下碘125放射性  
粒子治疗肺癌的剂量学  
评估

钟智辉\* 曾家欢 刘 源  
中山大学肿瘤防治中心微创介入治疗科  
(广东广州 510000)

【摘要】目的 探讨CT引导下碘125(<sup>125</sup>I)放射性粒子治疗肺癌的剂量学评估。方法 研究纳入2022年1月至2023年8月中山大学附属肿瘤医院介入科接受CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗的30例晚期肺癌患者。所有患者术前均行胸部CT增强扫描, <sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划, 穿刺及<sup>125</sup>I放射性粒子植入, 放射性活度0.8mCi, 处方剂量120Gy。比较CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划和术后粒子数、临床靶区体积(CTV)、90%靶体积的吸收剂量(D<sub>90</sub>)、100%靶体积的吸收剂量(D<sub>100</sub>)、150%处方剂量覆盖的体积占靶体积的百分比(V<sub>150</sub>)、适形指数(CI)、靶区外体积指数(EI)和均匀性指数(HI)等剂量学参数; Bland-Altman法分析CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量参数的一致性。结果 晚期肺癌患者CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划和术后植入的粒子数、CTV、D<sub>90</sub>、D<sub>100</sub>无显著差异(P>0.05); 术后V<sub>150</sub>低于术前计划, 差异有统计学意义(P<0.05); 患者术后CI较术前减小, EI较术前增高, 差异有统计学意义(P<0.05); 术前HI与术后比较, 差异无统计学意义(P>0.05); 经Bland-Altman一致性分析, CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前粒子数、CTV和HI的一致性良好, D<sub>90</sub>、D<sub>100</sub>、V<sub>150</sub>、CI、EI的一致性不佳。结论 CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗肺癌主要剂量学参数在治疗前后基本吻合, 可较好地实现术前计划, 满足临床需求。

【关键词】肺癌; CT引导; 碘125放射性粒子; 剂量学; 靶体积变化  
【中图分类号】R451  
【文献标识码】A  
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.015

Dosimetry Evaluation of CT-guided Iodine-125 Radioactive Particle in the Treatment of Lung Cancer

ZHONG Zhi-hui\*, ZENG Jia-huan, LIU Yuan.  
Department of Minimally Invasive Interventional Therapy, Cancer Prevention and Treatment Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

**ABSTRACT**  
**Objective** To explore dosimetry evaluation of CT-guided iodine-125 (<sup>125</sup>I) radioactive particle in the treatment of lung cancer. **Methods** A total of 30 patients with advanced lung cancer undergoing CT-guided <sup>125</sup>I radioactive particle implantation in interventional department of Cancer Hospital Affiliated to Sun Yat-sen University were enrolled between January 2022 and August 2023. All patients underwent chest enhanced CT scan before surgery, <sup>125</sup>I radioactive particle implantation pre-operation plan, puncture and <sup>125</sup>I radioactive particle implantation (radioactive activity: 0.8mCi, prescription dose: 120Gy). The number of particles, clinical target volume (CTV), the absorbed dose of 90% target volume (D<sub>90</sub>), absorbed dose of 100% target volume (D<sub>100</sub>), percentage of volume covered by 150% prescription dose to target volume (V<sub>150</sub>), conformal index (CI), external index (EI) and homogeneity index (HI) before and after surgery were compared. The consistency of dosimetry parameters between preoperative plan and postoperative validation was analyzed by Bland-Altman method. **Results** There was no significant difference in number of particles, CTV, D<sub>90</sub> or D<sub>100</sub> before and after CT-guided <sup>125</sup>I radioactive particle implantation (P>0.05). After surgery, V<sub>150</sub> was decreased (P<0.05). After surgery, CI was decreased, while EI was increased (P<0.05). There was no significant difference in HI before and after surgery (P>0.05). Bland-Altman consistency analysis showed that the consistency of particles number, CTV and HI was good, while consistency of D<sub>90</sub>, D<sub>100</sub>, V<sub>150</sub>, CI and EI was poor before CT-guided <sup>125</sup>I radioactive particle implantation. **Conclusion** The main dosimetry parameters are basically consistent in lung cancer before and after CT-guided <sup>125</sup>I radioactive particle implantation, which can better realize preoperative plan and meet clinical demands.  
**Keywords:** Lung Cancer; CT Guidance; Iodine 125 Radioactive Particle; Dosimetry; Target Volume Change

肺癌是源自上皮组织的高致命性肺部原发恶性肿瘤, 多数患者因缺乏早期诊断典型症状表现, 确诊时已处于失去根治手术治疗机会的晚期阶段, 远期生存率较低<sup>[1]</sup>。目前临床多采用铂类药物联合化疗方案或姑息性放疗方案对中晚期肺癌患者进行治疗, 但在提高长期生存率方面效果有限<sup>[2]</sup>。随着微创局部控制手段在恶性肿瘤临床治疗领域的快速发展, 低剂量率近距离放射治疗(low dose rate brachytherapy, LDR-BT)方案在多种实体肿瘤的临床治疗中取得了较好的治疗效果, 已成为恶性肿瘤近距离放疗的新兴局部治疗手段<sup>[3-4]</sup>。CT引导下经皮穿刺碘125(iodine 125, <sup>125</sup>I)放射性粒子植入是LDR-BT的代表方案, 可在影像学引导下通过治疗计划系统(reatment planning system, TPS)向肿瘤组织间和瘤床植入具备辐射杀灭局部肺癌细胞作用的<sup>125</sup>I持续释放低剂量, 发挥其控制局部肿瘤组织生长和减轻肿瘤负荷的治疗目的, 可在术前后验证治疗剂量, 为<sup>125</sup>I植入治疗的规范化操作提供了基础<sup>[5-6]</sup>。研究发现, 治疗剂量是影响CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子治疗效果的重要因素<sup>[7]</sup>, 但目前临床尚未就<sup>125</sup>I放射性粒子组织间植入治疗晚期肺癌的剂量学参数达成共识。基于此, 本研究重点研究上述剂量学参数, 旨在为晚期肺癌的新兴局部放射治疗决策提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2023年8月中山大学附属肿瘤医院微创介入治疗科接受CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗的晚期肺癌患者。

纳入标准: 符合肺癌诊断标准<sup>[8]</sup>, 经组织病理检查证实; 临床分期为ⅢA~Ⅳ期; 肿瘤最大直径<7cm; 预计生存期>3个月; 功能状态(karnofsky performance status, KPS)评分<sup>[9]</sup>>70分; 患者及家属了解并知情同意。排除标准: 合并感染性疾病或严重凝血功能障碍; 合并肺炎、胸腔粘连或肺结核等肺部疾病; 合并其他组织、器官恶性肿瘤; 既往有胸腹部手术史; 既往有放疗史; 合并心理、精神疾病。共有30例晚期肺癌患者入选, 年龄50~87岁, 平均(69.13±4.27)岁; 男19例, 女11例; 病理类型: 磷癌17例, 腺癌13例; TNM分期: ⅢA期8例, ⅢB期17例, Ⅳ期5例; 病灶直径1~7cm, 平均(4.06±0.59)cm; 粒子数4~135颗, 平均(33.63±18.94)颗。

1.2 方法

1.2.1 <sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划 <sup>125</sup>I放射性粒子植入术前, 所有患者均以常规平卧预设体位行纵膈窗胸部CT增强扫描, 导入北京天航科霖科技发展有限公司提供的TPS, 通过TPS计算等剂量线、粒子数、临床靶区体积(clinical target volume, CTV), 勾选出瘤体周边危险器官, 其中CTV为肿瘤靶区外扩5mm范围。<sup>125</sup>I放射性粒子由深圳拉尔

【第一作者】钟智辉, 男, 助理工程师, 主要研究方向: 碘125剂量学与影像学。E-mail: zhongzh@sysucc.org.cn  
【通讯作者】钟智辉

文生物工程技术有限公司提供, 粒子外壳用钛合金密封, 圆柱直径0.8 mm, 高度4.5 mm, 加权平均能量28.37keV, 放射性活度0.8mCi, 半衰期59.4d, 处方剂量120Gy。见图1。

1.2.2  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术中计划 患者以术前TPS预设体位固定于CT床, 以局麻进行 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入。CT引导下确定肿瘤部位, 体表标记范围。根据TPS治疗计划选择相应肋间隙作为穿刺植入平面, 确定进针位置、角度和深度。CT引导下粒子针穿刺至瘤灶部位, 按计划植入粒子。TPS优化, 调整植入参数。术毕专人护送病房, 手术部位遮盖0.15~0.25mm铅当量的铅单, 密切关注有无血胸、气胸和粒子移动等不良事件。

1.2.3  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术后验证 导入TPS计划系统, 识别不同层面粒子, 勾画靶区。验证粒子数、CTV、90%靶体积的吸收剂量( $D_{90}$ )、100%靶体积的吸收剂量( $D_{100}$ )、150%处方剂量覆盖的体积占靶体积的百分比( $V_{150}$ )、适形指数(conformal index, CI)、靶区外体积指数(external index, EI)和均匀性指数(homogeneity index, HI)等剂量学参数。术后图像中红色圆线“target”为CTV; 蓝色区域为 $\geq 60\text{Gy}$ 剂量覆盖范围; 绿色区域为 $\geq 120\text{Gy}$ 剂量覆盖范围(本研究处方剂量覆盖范围); 黄色区域为 $\geq 240\text{Gy}$ 剂量覆盖范围, 见图2。

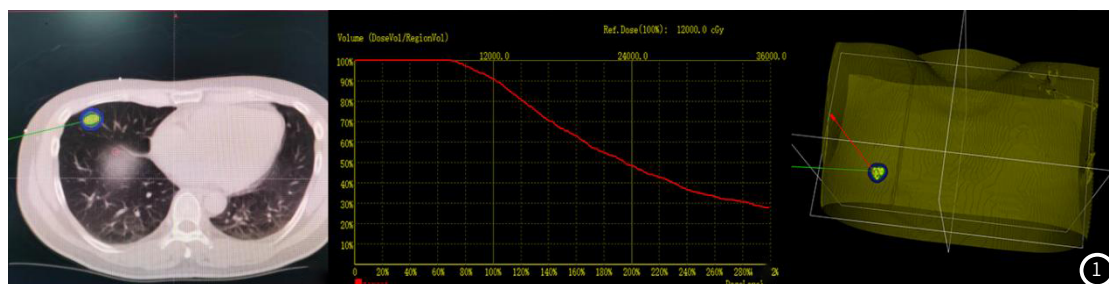


图1  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划: 患者, 男, 59岁, 左图晚期肺癌; 中间术前DVH图,  $D_{90}$ 为122.37Gy, CI为0.6183, EI为0.4306, HI为0.2709; 右图术前三维显示。

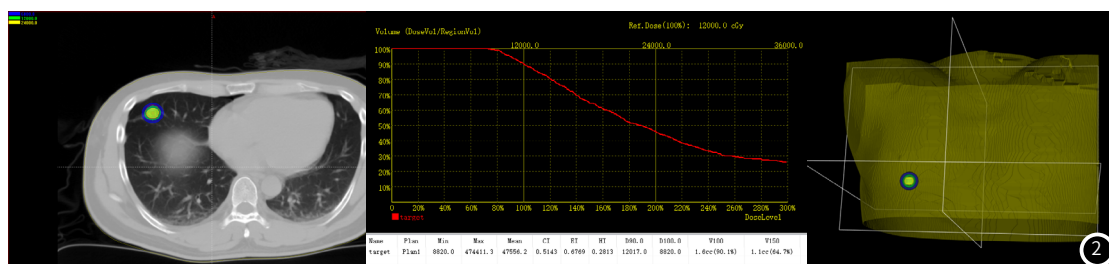


图2  $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术后剂量验证: 左图同一患者同一肿瘤层面手术结束粒子分布图; 中图术后DVH图,  $D_{90}$ 为120.17Gy, CI为0.5143, EI为0.6769, HI为0.2813; 右图术后三维显示。

1.3 观察指标 (1)比较CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后剂量学参数; (2)比较CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后CI、EI和HI等剂量参数均匀性; (3)Bland-Altman法分析CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量参数的一致性, 以大部分点落在95%CI一致性界限内, 且最大差值在临床可接受判断为一致性较好。

1.4 统计学方法 SPSS 22.0软件分析数据, 计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示, 采用t检验; 采用Medcalc 15.2.2软件以Bland-Altman法分析CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量参数的

一致性;  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量学参数比较 30例晚期肺癌患者CT引导下 $^{125}\text{I}$ 植入术后粒子数5~141颗, 平均 $(34.03 \pm 7.84)$ 颗。植入术前和术后粒子数、CTV、 $D_{90}$ 、 $D_{100}$ 无显著差异( $P > 0.05$ ), 说明CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后计划基本匹配。术前计划和术后 $V_{150}$ 比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表1。

表1 CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前后计划与术后验证剂量学参数比较

|    | 例数 | 粒子数(颗)           | CTV(cc)          | $D_{90}(\text{Gy})$ | $D_{100}(\text{Gy})$ | $V_{150}(\%)$     |
|----|----|------------------|------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 术前 | 30 | $33.63 \pm 8.94$ | $44.20 \pm 3.05$ | $112.85 \pm 13.41$  | $60.96 \pm 10.21$    | $62.69 \pm 6.48$  |
| 术后 | 30 | $34.03 \pm 7.84$ | $43.91 \pm 3.82$ | $108.80 \pm 11.87$  | $57.32 \pm 15.70$    | $57.33 \pm 10.62$ |
| t值 |    | 0.184            | 0.325            | 1.239               | 1.065                | 2.360             |
| P值 |    | 0.854            | 0.476            | 0.220               | 0.291                | 0.022             |

2.2 CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量学参数均匀性比较 晚期肺癌患者术后CI较术前减小, EI较术前增高, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); 术前HI与术后比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

2.3 CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量参数的Bland-Altman一致性分析 Bland-Altman一致性分析, CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前和术后植入粒子数差值均数为-0.40颗(95%CI:0.982~0.996), 术前和术后CTV差值均数为0.29cc(95%CI:0.901~0.927), 术

表2 CT引导下 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入术前计划和术后验证剂量学参数均匀性比较

|    | 例数 | CI              | EI              | HI              |
|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 术前 | 30 | $0.71 \pm 0.07$ | $0.29 \pm 0.03$ | $0.28 \pm 0.04$ |
| 术后 | 30 | $0.61 \pm 0.09$ | $0.39 \pm 0.05$ | $0.29 \pm 0.05$ |
| t值 |    | 4.804           | 9.393           | 0.855           |
| P值 |    | <0.001          | <0.001          | 0.396           |

前和术后HI差值均数为-0.01(95%CI:0.174~0.729),表示以上剂量学参数术前计划和术后实际植入一致性良好;术前和术后D<sub>90</sub>差值均数为14.05Gy(95%CI:0.118~0.753),D<sub>100</sub>差值均数为60.43Gy(95%CI:0.022~0.685),

V<sub>150</sub>差值均数为5.36%(95%CI:0.157~0.454),CI差值均数为0.1(95%CI:0.073~0.820),EI差值均数为-0.1(95%CI:0.137~0.697),表示以上剂量学参数术前计划和术后实际植入一致性不佳。见图3。

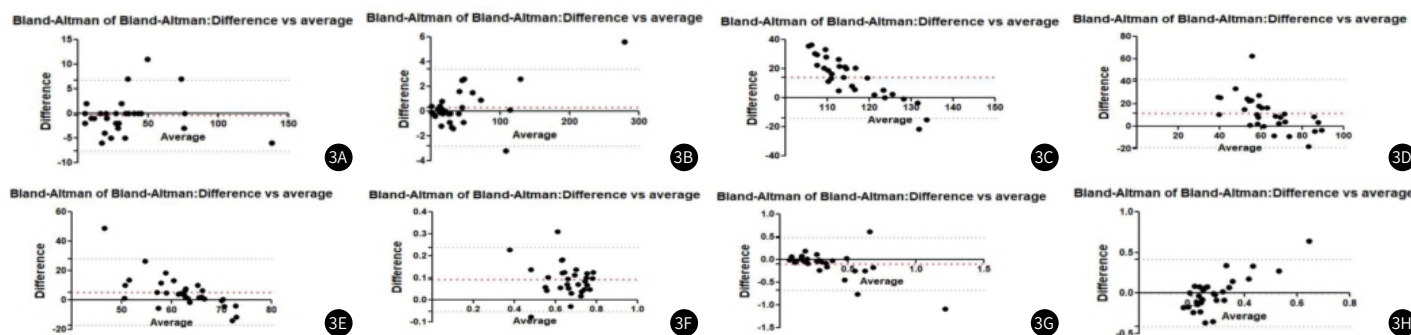


图3A-图3H 术前计划和术后验证剂量参数的一致性Bland-Altman图; 3A 粒子数; 3B CTV; 3C D<sub>90</sub>; 3D D<sub>100</sub>; 3E V<sub>150</sub>; 3F CI; 3G EI; 3H HI。

### 3 讨论

晚期肺癌患者常因癌细胞局部或远处转移导致肺组织或肺外器官受累,丧失手术切除的几率,需予以放疗和靶向治疗,实现积极改善其临床症状和延长生存期的目的<sup>[10-11]</sup>。随着实时成像技术在肿瘤放射治疗领域的快速发展,以CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗为代表的LDR-BT成为当前临床治疗晚期肺癌患者的前沿治疗手段<sup>[12]</sup>。该方案可在三维计算机治疗引导下将含放射性同位素<sup>125</sup>I钛金属微粒植入肿瘤内,达到有效杀灭肿瘤细胞的作用,是晚期肺癌有效的姑息治疗方法<sup>[13]</sup>。相关研究显示,<sup>125</sup>I放射性粒子植入术后肿瘤体积和粒子活度均随时间推移出现明显变化,植入术后验证的D<sub>90</sub>与肿瘤实际吸收剂量存在一定的差异性<sup>[14]</sup>。放射剂量学控制可最大限度将放射剂量集中于靶区以获取疗效,故探究验证<sup>125</sup>I放射性粒子组织间植入治疗晚期肺癌靶区体积缩小速度对剂量学参数的影响,对临床最佳治疗决策制定具有重要意义。

<sup>125</sup>I粒子植入具有肿瘤靶区高剂量和周围正常组织低能量等优势,在局部恶性肿瘤治疗中应用广泛<sup>[15]</sup>。<sup>125</sup>I放射性粒子是当前较为先进的微型密封放射源,可不断释放γ射线促使癌细胞DNA链断裂,以内放射治疗形式达到精准杀灭癌细胞的目的<sup>[16]</sup>。放射性粒子TPS设计治疗方案通过计算机软件重建分析CT检查三维图像,计算肿瘤病灶所需放射线总量和规划<sup>125</sup>I粒子植入的最佳部位,计算放射粒子数与活度,明确肿瘤及其周围危险器官实际接受的剂量等。研究指出,剂量学特征是<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗的核心,影响剂量分布的因子包含放射性粒子种类、活度、粒子数和植入位置等,放射剂量变化与肿瘤局部控制情况密切相关<sup>[17]</sup>。随着<sup>125</sup>I放射性粒子自然衰变,粒子活度逐渐衰减,本研究选取处方剂量为120Gy,放射性粒子活度选择0.8mCi,可确保粒子植入后最大程度贴合肿瘤细胞。CTV是放疗中包含肿瘤靶区和肿瘤可能侵犯范围的亚临床病灶在内的临床靶区,D<sub>90</sub>和D<sub>100</sub>分别是90%和100%靶区体积所接受的剂量。本研究结果显示,30例晚期肺癌患者均完成术后验证,CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划和术后植入剂量学参数无统计学差异,说明CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前计划和术后剂量学基本匹配,证实了该方案可实现术前计划。

精准靶区和减少照射体积是减轻放射性肺组织损伤的关键,优化放疗计划以低剂量肺精准照射实现低剂量照射小体积已成为相关领域的热点<sup>[18]</sup>。V<sub>150</sub>为150%处方高剂量覆盖的体积占靶体积的百分比,减少该剂量学参数有利于促进低剂量肺精准照射的实现。本研究中,晚期肺癌患者术前计划和术后V<sub>150</sub>差异有统计学意义,其中术后V<sub>150</sub>略低于术前计划,说明CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术具有减轻肺组织损伤的优势。具体分析,CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术可在CT引导下精确的三维立体定位系统,确保定位与治疗坐标系的一致性,通过靶区处方剂量验证达到小野照射和高剂量靶区的目的,对提高肿瘤生物效应剂量具有积极效应<sup>[19]</sup>。通过适当减少<sup>125</sup>I放射性粒子植入术后靶区剂量分布,可有

效降低高剂量覆盖区体积,有利于减轻放射性肺损伤程度,满足了当前临床对放射性粒子植入术安全性的需求。白钧等<sup>[20]</sup>研究指出,LDR-BT方案常以CI、EI和HI作为评价计划参数精度的指标,CI值越接近1说明适形度越好,HI值越接近1说明靶区剂量均匀性越好。本研究术后剂量验证结果显示,晚期肺癌术后CI较术前减小,EI较术前增高,但术前HI与术后无统计学差异,说明尽管CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术后靶区适形度较术前计划有所降低,但可在确保靶区剂量均匀性的基础上,减少高剂量照射区,有效减轻正常组织受量。综合考虑系统误差和偶然误差,经Bland-Altman一致性分析,结果显示CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入术前粒子数、CTV和HI的一致性良好,D<sub>90</sub>、D<sub>100</sub>、V<sub>150</sub>、CI、EI的一致性不佳。说明尽管术后D<sub>90</sub>、D<sub>100</sub>、V<sub>150</sub>、CI、EI尚未完全达到术前计划,但CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入可实现术前计划,可降低高剂量覆盖区体积和减少靶区外正常组织受照射。

综上所述,CT引导下<sup>125</sup>I放射性粒子植入治疗肺癌主要剂量学参数在治疗前后基本吻合,可较好地实现术前计划方案,减轻重要脏器损伤,满足临床需求。本研究地不足之处在于可能存在因样本量少引起的结果偏倚,且未探究该设计方案是否对患者生存率具有改善效果,仍有待后续加大样本量进行深入分析。

### 参考文献

- [1] Ruiz-Cordero R, Devine WP. Targeted therapy and checkpoint immunotherapy in lung cancer[J]. Surg Pathol Clin, 2020, 13(1): 17-33.
- [2] Pei Q, Luo Y, Chen Y, et al. Artificial intelligence in clinical applications for lung cancer: diagnosis, treatment and prognosis[J]. Clin Chem Lab Med, 2022, 60(12): 1974-1983.
- [3] Tanaka N, Asakawa I, Hasegawa M, et al. Low-dose-rate brachytherapy for prostate cancer: a 15-year experience in Japan[J]. Int J Urol, 2020, 27(1): 17-23.
- [4] Le Roy C, Gassa F, Rouvière O, et al. Salvage low-dose-rate brachytherapy for local recurrences after prostatectomy and adjuvant or salvage external beam irradiation: feasibility study on five patients and literature review[J]. Brachytherapy, 2021, 20(1): 19-28.
- [5] 黎桂华, 朱志鹏, 郑莲容, 等. Eclipse治疗计划系统NT0优化工具在脊柱转移瘤立体定向放疗靶区外剂量跌落研究[J]. 广西科学, 2023, 30(3): 597-604.
- [6] 刘颖, 冉林浩, 黄学全. CT引导下植入<sup>125</sup>I放射性粒子应用于胰腺癌治疗的临床价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(2): 105-107.
- [7] 王浩, 陆建, 陈荔, 等. CT引导下碘125粒子植入治疗55例腹膜后恶性肿瘤的临床观察[J]. 山东大学学报: 医学版, 2020, 58(6): 65-70.
- [8] 中国抗癌协会肺癌专业委员会. 2010中国肺癌临床指南: 中国肺癌临床指南[M]. 人民卫生出版社, 2010.
- [9] Arakawa Y, Narita Y, Nagane M, et al. Karnofsky performance status and quality of life in patients with relapsed or refractory primary CNS LYMPHOMA FROM A PHASE I/II study of tirabrutinib[J]. Neurooncol Adv, 2023, 5(1): 109-110.

- [10] 丁海芹, 储小燕. 正念减压法对晚期肺癌化疗患者负性情绪, 疲乏状态及自我效能的影响[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(13): 80-82.
- [11] Langley SEM. Low-dose-rate brachytherapy for prostate cancer stands the test of time - the Swiss experience[J]. BJU Int, 2020, 125(6): 750-751.
- [12] 高福磊, 黄祥忠, 王浩, 等.  $^{125}\text{I}$  粒子植入治疗寡转移非小细胞肺癌106例分析[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30(12): 1250-1255.
- [13] 魏元东, 彭伟, 王森, 等. 免疫治疗联合放射性 $^{125}\text{I}$ 粒子植入治疗晚期肺癌患者的临床疗效[J]. 癌症进展, 2023, 21(12): 1298-1301.
- [14] 吴峰, 郭彦伟, 徐红卫, 等. 3D个性化打印模板联合CT引导 $^{125}\text{I}$ 放射性粒子植入治疗颈部转移瘤的研究[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31(3): 272-276.
- [15] Huang S, Cao Y, Wang R, et al. Feasibility of  $^{125}\text{I}$  brachytherapy combined with arterial infusion chemotherapy in patients with advanced pancreatic cancer[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(44): 3503-3505.
- [16] Wang Y, Kang P, He W, et al. Corrigendum: MR-guided  $^{125}\text{I}$  seed implantation treatment for maxillofacial malignant tumor[J]. J Appl Clin Med Phys, 2021, 22(5): 237-239.
- [17] Wang X, Wang D. Clinical analysis of  $^{125}\text{I}$  seed implantation combined with epidermal growth factor receptor-tyrosine kinase inhibitors in advanced non-small cell lung cancer[J]. J BUON, 2021, 26(5): 1879-1886.
- [18] Luo M, Chen J, Zhong Z, et al. CT-guided  $^{125}\text{I}$  brachytherapy combined with chemotherapy for the treatment of unresectable or locally advanced pancreatic carcinoma[J]. Diagn Interv Radiol, 2021, 27(1): 50-58.
- [19] 韩雅钧, 樊喜文, 郭明皓, 等. CT引导下放射性粒子植入术治疗纵隔7组淋巴结转移瘤的剂量学与疗效分析[J]. 癌症进展, 2022, 20(10): 997-1000, 1005.
- [20] 白钧, 高贞, 闵学雅, 等. 肺癌 $^{125}\text{I}$ 粒子植入术后SPECT/CT计数值与剂量分布及疗效关系初探[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32(3): 240-242.

(收稿日期: 2024-05-20)  
(校对编辑: 赵望淇)

(上接第36页)

法, 提高其对锤骨头骨质破坏的敏感度。MPR重建可以清晰直观观察到锤砧关节, 故其对锤砧关节骨破坏显示敏感性及其特异性均为100%, 优于HRCT横断面显示及CPR重组, 总之, 在显示锤骨及锤砧关节形态结构上, 本研究提示优先选用MPR重建。

CPR重组是将不同平面的图像重新连接合并成一幅图像, 可以在同一幅图像上完整显示观察对象的全貌, 具有鲜明直观的特点<sup>[12]</sup>, CPR重组在听骨链中的应用可以清楚显示听小骨、锤砧关节及砧锤关节骨质破坏情况, 本研究发现在显示砧骨及镫骨骨质破坏方面优于HRCT横断面。CPR重组对砧锤关节骨质破坏准确性判断最高, 明显高于MPR重建, 原因系本研究MPR重建方法旨在显示各个完整听小骨, 砧锤关节难以完整显示, 故存在假阴性3耳。

MPR重建及CPR重组的使用, 大大提高了胆脂瘤型中耳炎听小骨病变的检出率, 使得听小骨这种细微不规则的骨块得以全貌直观地显示, 但因重建方法所限, CPR及MPR在显示胆脂瘤型中耳炎听小骨及关节病变中各有利弊, 一方面可以优化重建方法, 提高听小骨病变敏感性及其特异性; 另一方面可以联合使用两种方法, 各取所长, 结合原始轴位HRCT, 提高诊断准确性。综上所述, 本研究通过MPR及CPR重组技术的使用, 旨在提高胆脂瘤型中耳炎患者听小骨骨质及听骨链完整性破坏诊断的准确率, 可在术前为临床医师提供听小骨的骨质破坏情况及程度, 为临床医师选择合适的术式, 提高胆脂瘤型中耳炎患者的预后、帮助患者恢复听力提供可靠的影像学参考依据。

## 参考文献

- [1] 陈果, 施维. 中耳炎患耳鼓室窦CT分型及手术治疗分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(8): 44-46.

- [2] 张宏, 邬小平, 银小辉, 等. 颞部HRCT多平面重组及曲面重组诊断先天性小耳畸形[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(7): 993-997.
- [3] Ulku CH. Endoscopy-assisted ear surgery for treatment of chronic otitis media with cholesteatoma, adhesion, or retraction pockets[J]. J Craniofac Surg, 2017, 28(4): 1017-1020.
- [4] Zanoletti E, Cazzador D, Faccioli C, et al. Intracranial venous sinus thrombosis as a complication of otitis media in children: Critical review of diagnosis and management[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2015, 79(12): 2398-2403.
- [5] 廖如云. 胆脂瘤型中耳炎的MSCT表现与临床手术对照的研究[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(16): 24-25.
- [6] 赵向东, 龚平桂, 王庆柱, 等. 薄层HRCT在中耳胆脂瘤术前评估中的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(4): 17-18+46.
- [7] 陈果, 施维. 中耳炎患耳鼓室窦CT分型及手术治疗分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(8): 44-46.
- [8] 郭芳, 张德军, 傅则名, 等. 磁共振弥散加权成像在中耳胆脂瘤精准诊断中的应用价值[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 11(7): 1037-1042.
- [9] 周津如, 李培培, 范真真. 320排CT容积扫描对中耳胆脂瘤听骨链破坏的诊断应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2023, 29(1): 9-13.
- [10] 罗实, 刘兆玉. 640层螺旋CT显示胆脂瘤型中耳炎听小骨的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(1): 19-23, 25.
- [11] 洪汝建, 张礼春, 王正敏, 等. 高分辨率CT多平面重组对胆脂瘤型中耳炎听骨链破坏作用的初步评价[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2010, 10(3): 152-153, 207.
- [12] 杨静, 邬小平, 董季平, 等. 高分辨率CT联合多平面重组及曲面重组诊断外听道听力损伤病因[J]. 中国介入影像与治疗学, 2022, 19(10): 633-636.

(收稿日期: 2023-12-13)  
(校对编辑: 江丽华)