

^{125}I 粒子植入技术在恶性肿瘤治疗中的进展

何施逸 康保国 黄娟

重庆两江新区第一人民医院肿瘤科, 重庆 401121

通信作者: 康保国, Email: akang4788@163.com

【摘要】 近年来, ^{125}I 粒子植入在各种恶性肿瘤治疗中得到了普遍的认可, 应用前景广泛, 是一种有效的近距离放射治疗手段, 随着超声、CT、MR、内窥镜及三维(3D)打印技术的发展, 其临床应用进展快速。该文就其实现方式、临床应用及发展趋势进行综述。

【关键词】 肿瘤; 近距离放射疗法; 碘放射性同位素; 发展趋势

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210625-00207

Progress of ^{125}I seeds implantation technology in the treatment of malignant tumors

He Shiyi, Kang Baoguo, Huang Juan

Department of Oncology, the First People's Hospital of Chongqing Liang Jiang New Area, Chongqing 401121, China

Corresponding author: Kang Baoguo, Email: akang4788@163.com

【Abstract】 ^{125}I seeds implantation for the treatment of various malignant tumors has been widely recognized in clinical practice in recent years. It has a wide application prospect and is an effective treatment method. With the development of ultrasound, CT, MR, endoscopy and three-dimensional (3D)-printing technology, the clinical application of ^{125}I seeds implantation technology is progressing rapidly. This article summarizes its implementation methods, clinical applications and development trends.

【Key words】 Neoplasms; Brachytherapy; Iodine radioisotopes; Trends

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210625-00207

随着放射性核素的研发, ^{125}I 粒子在神经、呼吸、消化、生殖系统及脊柱四肢等肿瘤的治疗上取得了较好的效果^[1-3], 为外科治疗效果不佳、手术或放化疗后复发的患者提供了 1 种合理有效的治疗手段。 ^{125}I 粒子主要通过释放 γ 射线来杀死肿瘤细胞, 其半衰期为 59.4 d, 释放 5 keV 的 X 射线与 35.5 keV 的 γ 射线, 平均能量为 27 keV。和外照射相比, 其具有以下优点: (1) ^{125}I 粒子活度小, 剂量率低(一般为 0.05~0.10 Gy/h, 初始剂量率只有 0.001 3 Gy/min), 治疗距离短(5~50 mm), 有效治疗距离 1.7 cm, 易于防护; (2) 粒子中心剂量高, 周围剂量按照与距离平方成反比的规律断崖式下降, 肿瘤靶区剂量高, 正常组织剂量降低迅速; (3) 持续释放射线, 可作用于每 1 个分裂周期的肿瘤细胞。本文介绍了 ^{125}I 粒子植入在恶性肿瘤治疗中的进展。

一、 ^{125}I 粒子植入的实现方式

目前将 ^{125}I 粒子送入瘤体的方式主要有术中直视下和各种设备引导下植入, 如 CT、超声、MR、内窥镜下以及影像系统联合三维(three-dimensional, 3D)打印模板引导下植入^[4]。术中植入是外科手术补充治疗的手段, 但不能在术中实时优化剂量, 不能保证残余病灶有较好的剂量分布。超声引导下 ^{125}I 粒子植入多用于头颈部、前列腺等部位肿瘤的治疗^[1], 在肺部、颅脑等存在盲区, 临床应用并不广泛。随着 MR 介入技术在 20 世纪 90 年代中期取得重要突破, MR 引导下头颈部的 ^{125}I 粒子植入技术得到迅速发展^[5]。目前最常用的是 CT 引导下植入, 这是粒子植入最常用且安全有效的引导方式, 主要用于头颈部、肺癌、胰腺癌、直肠癌、宫颈癌、脊柱肿

瘤以及软组织肿瘤等。

二、 ^{125}I 粒子植入的临床应用

国外应用 ^{125}I 粒子植入治疗恶性肿瘤最成熟的是前列腺癌, Potters 等^[6] 回顾性分析了 1 449 例在 1992 年至 2000 年接受近距离放射治疗的前列腺癌患者, 12 年的总生存(overall survival, OS)率为 81%。除此之外, ^{125}I 粒子也广泛用于手术或放化疗后复发的患者、手术完全切除难度较大的患者、顽固性疼痛患者以及晚期姑息治疗等^[7-9]。

手术或放化疗后复发的患者行再次手术或外照射放疗较为困难, 大量研究表明 ^{125}I 粒子植入用于复发肿瘤的补救治疗临床效果较好^[1,10-12]。Kickingereder 等^[13] 对 201 例不能手术或术后复发的胶质母细胞瘤患者行立体定向 ^{125}I 粒子近距离治疗, 中位随访时间为 9.8 个月, 中位 OS 期和无进展生存期分别为 10.5 和 6.2 个月。对于直肠癌复发患者, 大部分既往接受过手术或放疗而无法再进行手术或放疗, ^{125}I 粒子植入成为 1 种新的选择方式。Wang 等^[12] 回顾性研究了 101 例 ^{125}I 粒子植入治疗局部直肠癌复发患者, 中位随访 20.5 个月, 局部控制期和 OS 期分别为 10 和 20.8 个月, 且 90% 靶体积所接受的处方剂量(dose delivered to 90% of the target volume, D_{90}) > 129 Gy, 或靶体积 $\leq 50 \text{ cm}^3$ 时局部控制期明显延长, 证实对于既往接受过外照射放疗或手术局部复发的直肠癌患者, ^{125}I 粒子植入是 1 种安全有效的挽救治疗方法。

对于手术完全切除肿瘤难度较大的患者, ^{125}I 粒子植入往往成为其补充治疗手段。软组织肉瘤手术很难做到“无瘤操作”, 术后往往联合放疗。陈程等^[14] 总结了 4 例滑膜肉瘤

患者行手术扩大切除病灶联合¹²⁵I 粒子植入并以皮瓣或肌皮瓣修复,随访 18~36 个月,其中 1 例于术后 18 个月因肺转移死亡,其余患者皮瓣存活良好,局部无肿瘤复发。但该组病例较少,其远期疗效需更多临床观察。孙运福等^[9] 回顾了¹²⁵I 粒子对肝细胞癌切除术后存在薄层切缘患者肿瘤复发及生存影响,随访(45.0±18.4)个月,¹²⁵I 粒子植入组患者中位无瘤生存期及中位 OS 期均明显长于对照组(42.0 与 21.5 个月,47.0 与 38.0 个月);在薄层切缘区域植入¹²⁵I 粒子能明显减少肿瘤复发,延长患者无瘤生存期和 OS 期。

¹²⁵I 粒子在控制晚期患者顽固性疼痛方面也有明显效果。费伦等^[15] 对比分析了¹²⁵I 粒子和药物治疗骨转移疼痛患者,结果表明¹²⁵I 粒子治疗骨转移疼痛患者功能状态改善率、镇痛有效率、临床治疗有效率均高于药物治疗组,且¹²⁵I 粒子植入术后患者精神状态、食欲等均较术前改善,疼痛评分明显降低。¹²⁵I 粒子对中晚期胰腺癌治疗有一定的优势,通过对肿瘤细胞的持续照射,控制肿瘤生长,缓解疼痛,能有效提高患者生存质量。Fan 和 Zhou^[8] 通过对比 37 例晚期胰腺癌¹²⁵I 粒子植入术前术后的疼痛数值评定量表和每日羟考酮剂量,证实¹²⁵I 粒子植入有助于缓解疼痛症状,减少止痛药用量,提高患者的生活质量。研究表明,¹²⁵I 粒子低剂量持续释放 X 射线和 γ 射线,能抑制神经生长因子、表皮生长因子的 mRNA 在胰腺癌细胞中的表达,从而抑制胰腺癌神经侵犯,抑制肿瘤生长,缓解疼痛,有效提高患者生存质量^[8,16]。

三、¹²⁵I 粒子植入治疗肿瘤的发展趋势

1. 新的导航系统。影像导航系统的应用明显优化了粒子植入术的过程,提高了手术安全性和精准度^[17]。2015 年 12 月,北京大学第三医院完成 CT 引导联合 3D 打印模板指导粒子植入治疗腹膜后复发肿瘤,表明 3D 打印模板辅助粒子植入有较好的应用前景^[18]。随后,张宏涛^[19] 报道,3D 打印模板引导粒子植入术后各剂量指标[D_{90} 与 90%处方剂量覆盖的体积占靶体积的百分比(percentage of the target volume received 90% of the prescribed dose, V_{90})]与术前比较无明显差别,其术前术后剂量一致性及局部控制率明显高于徒手植入,为规范粒子植入提供了有效工具,3D 打印模板引导粒子植入术可能成为重复性好的标准术式。郭福新等^[20] 通过 V_{100} 、 V_{150} 、 V_{200} 、 D_{90} 、匹配周缘剂量、适形指数等参数,对比发现 14 例锁骨上复发转移瘤应用 3D 打印个体化非共面模板植入粒子术前术后剂量差异无统计学意义,术后植入剂量精准。3D 打印个体化模板在设计中避开肋骨、血管及肠道等危及器官,确定进针方向、角度及进针深度,大大地减少了穿刺难度,提高了剂量精度。

2. 剂量学研究进展。治疗计划系统(treatment planning system, TPS)可以精确计算肿瘤组织和正常组织的剂量分布,为¹²⁵I 粒子植入剂量提供了重要的参考依据。美国近距离治疗协会(American Brachytherapy Society, ABS) 建议^[21],¹²⁵I 的处方剂量为 145 Gy,且 90%靶区达到处方剂量。梁百武等^[22] 的研究表明,¹²⁵I 粒子植入治疗腹膜后转移瘤的 D_{90} 剂量不低于 9 229 cGy,可获得较高的局部控制率。此外,曲昂等^[23] 回顾性分析了¹²⁵I 粒子植入治疗宫颈癌复发患者,当 $D_{90} \geq 105$ Gy 或 $D_{100} \geq 55$ Gy 或 $V_{100} \geq 91\%$ 时,可延长局部无进展生存率,且 D_{100} 是影响其的独立因素。

3. 粒子链或粒子支架。近年来,粒子链主要用于腔内肿瘤引起的恶性梗阻,如食管癌食管梗阻、恶性胆道梗阻、门静脉癌栓等。晚期恶性肿瘤患者的恶性梗阻严重影响其生活质量,但往往已经失去手术机会,植入粒子链进行腔内照射,可抑制肿瘤细胞生长,缓解梗阻,使管道再通^[24-26]。

四、展望

近年来,¹²⁵I 粒子广泛用于中晚期肿瘤的局部控制以及姑息治疗,但目前仍有很多不完善的地方^[27],如剂量的不确定性,包括不同病理类型及分期肿瘤的处方剂量、粒子活度的选择、剂量模型、合理布源方式、安全边缘剂量以及中空器官与实质器官的剂量差异等;此外,国内缺少专业的¹²⁵I 粒子治疗医师和物理师,可能存在剂量控制不规范、不能按照 TPS 计划结果实现粒子的精准植入等问题。新的导航系统的研究或许可以解决这一难题,多模态影像融合导航系统、影像(SPECT/CT、CT、MR、超声)融合数据联合实时定位导航,可提供丰富的组织信息,或可实现实时穿刺引导,提高粒子植入位置的准确度和剂量的准确性,实现术前术后剂量参数的匹配^[28-29],提高治疗增益比,其研究结果值得期待。

近年来,中华医学会针对¹²⁵I 粒子植入相继发布了一些专家共识^[30-32],但仍有许多需要补充完善的地方,相信随着剂量学的研究、粒子植入规范化治疗的发展和影像导航在肿瘤介入治疗中的进步,¹²⁵I 粒子植入在中晚期恶性肿瘤的治疗中将发挥更大的作用。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 何施逸:研究实施、论文撰写及修改;康保国:研究指导、论文修改、经费支持;黄娟:论文修改

参 考 文 献

- [1] Jiang P, Wang J, Ran W, et al. Five-year outcome of ultrasound-guided interstitial permanent ¹²⁵I seeds implantation for local head and neck recurrent tumors: a single center retrospective study[J]. J Contemp Brachytherapy, 2019, 11(1): 28-34. DOI:10.5114/jcb.2019.83336.
- [2] Li W, Dan G, Jiang J, et al. Repeated iodine-125 seed implantations combined with external beam radiotherapy for the treatment of locally recurrent or metastatic stage III/IV non-small cell lung cancer: a retrospective study[J]. Radiat Oncol, 2016, 11(1): 119. DOI:10.1186/s13014-016-0688-5.
- [3] 袁倩倩, 胡苗苗, 马艳丽, 等. CT 引导下¹²⁵I 粒子植入治疗原发性肝癌疗效及预后影响因素分析[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(11): 666-671. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210421-00133.
- [4] Yuan QQ, Hu MM, Ma YL, et al. Efficacy and prognostic factors analysis of CT-guided ¹²⁵I seeds implantation for primary hepatocellular carcinoma[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(11): 666-671. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210421-00133.
- [5] 吉喆, 姜玉良, 郭福新, 等. 导航系统辅助三维打印模板引导下放射性粒子植入治疗恶性肿瘤的剂量评估[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2020, 40(11): 641-646. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20191015-00223.
- [6] Ji Z, Jiang YL, Guo FX, et al. Dosimetry evaluation of three-dimensional-printing template guided radioactive seeds implantation assisted by navigation system in malignant tumors[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2020, 40(11): 641-646. DOI:10.3760/cma.j.

- cn321828-20191015-00223.
- [5] Wang Y, Kang P, He W, et al. MR-guided ^{125}I seed implantation treatment for maxillofacial malignant tumor [J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2021, 22(1): 92-99. DOI:10.1002/acm2.13112.
- [6] Potters L, Morgenstern C, Calugaru E, et al. 12-year outcomes following permanent prostate brachytherapy in patients with clinically localized prostate cancer [J]. *J Urol*, 2008, 179(5 Suppl): S20-24. DOI:10.1016/j.juro.2008.03.133.
- [7] Jia SN, Wen FX, Gong TT, et al. A review on the efficacy and safety of iodine-125 seed implantation in unresectable pancreatic cancers [J]. *Int J Radiat Biol*, 2020, 96(3): 383-389. DOI:10.1080/09553002.2020.1704300.
- [8] Fan T, Zhou JY. Computed tomography-guided ^{125}I radioactive seed implantation therapy for pancreatic cancer pain [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2020, 30(4): 364-368. DOI:10.29271/jcpsp.2020.04.364.
- [9] 孙运福,李文晓,宋宇,等. ^{125}I 粒子辅助放疗对肝细胞癌切除术后薄层切缘患者的疗效 [J]. *中华肝胆外科杂志*, 2020, 26(6): 426-430. DOI:10.3760/cma.j.cn113884-20200407-00186. Sun YF, Li WX, Song Y, et al. Adjuvant iodine-125 brachytherapy for patients with hepatocellular carcinoma treated with partial hepatectomy with narrow resection margins [J]. *Chin J Hepatobiliary Surg*, 2020, 26(6): 426-430. DOI:10.3760/cma.j.cn113884-20200407-00186.
- [10] 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 ^{125}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 ^{125}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.
- [11] Wang R, Zhu J, Yang S, et al. Therapeutic effects and prognostic factors of ^{125}I brachytherapy for pelvic recurrence after early cervical cancer surgery [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 11356. DOI:10.1038/s41598-021-90007-x.
- [12] Wang H, Peng R, Li X, et al. The dosimetry evaluation of 3D printing non-coplanar template-assisted CT-guided ^{125}I seed stereotactic ablation brachytherapy for pelvic recurrent rectal cancer after external beam radiotherapy [J]. *J Radiat Res*, 2021, 62(3): 473-482. DOI:10.1093/jrr/rraa144.
- [13] Kickingereder P, Hamisch C, Suchorska B, et al. Low-dose rate stereotactic iodine-125 brachytherapy for the treatment of inoperable primary and recurrent glioblastoma: single-center experience with 201 cases [J]. *J Neurooncol*, 2014, 120(3): 615-623. DOI:10.1007/s11060-014-1595-y.
- [14] 陈程,岑瑛,卿勇.手术联合放射性 ^{125}I 粒子植入治疗颈部及躯干部滑膜肉瘤 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2015, 29(3): 393-394. DOI:10.7507/1002-1892.20150084. Chen C, Cen Y, Qing Y. Surgery combined with radioactive ^{125}I seed implantation in the treatment of synovial sarcoma of neck and trunk [J]. *Chin J Repar Reconstr Surg*, 2015, 29(3): 393-394. DOI:10.7507/1002-1892.20150084.
- [15] 费伦,郭金友,郑家平,等. CT 引导下放射性粒子 ^{125}I 植入治疗骨转移瘤患者的临床研究 [J]. *介入放射学杂志*, 2020, 29(9): 930-933. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.09.016. Fei L, Guo JY, Zheng JP, et al. CT-guided ^{125}I particles implantation for the treatment of patients with bone metastases: a clinical study [J]. *J Intervent Radiol*, 2020, 29(9): 930-933. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.09.016.
- [16] Lu Z, Dong TH, Si PR, et al. Continuous low-dose-rate irradiation of iodine-125 seeds inhibiting perineural invasion in pancreatic cancer [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2016, 129(20): 2460-2468. DOI:10.4103/0366-6999.191777.
- [17] 张文文,张国旭,郝珊瑚,等. ^{125}I 粒子植入治疗放射性碘难治性分化型甲状腺癌淋巴结转移的短期疗效及剂量学评价 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2021, 41(12): 737-742. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200519-00200. Zhang WW, Zhang GX, Hao SH, et al. Short-term effectiveness and dosimetry evaluation for ^{125}I seeds implantation in treatment of lymph nodes metastasis from radioactive iodine-refractory differentiated thyroid carcinoma [J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 41(12): 737-742. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200519-00200.
- [18] 姜玉良.北京大学第三医院完成首例 CT 引导联合 3D 打印模板指导放射性粒子植入治疗腹膜后复发肿瘤 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2016, 48(1): 182. DOI:10.3969/j.issn.1671-167X.2016.01.034. Jiang YL. The Third Hospital of Peking University completed the first case of CT guidance combined with 3D printing template to guide radioactive seeds implantation in the treatment of retroperitoneal recurrent tumors [J]. *J Peking Univ Health Sci*, 2016, 48(1): 182. DOI:10.3969/j.issn.1671-167X.2016.01.034.
- [19] 张宏涛. 3D 打印模板引导碘-125 粒子植入剂量准确性研究及 SPECT/CT 剂量验证初探 [D]. 石家庄:河北医科大学, 2019. Zhang HT. Dose accuracy of iodine-125 seed implantation guided by 3D printed template and dose verification of SPECT/CT [D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2019.
- [20] 郭福新,姜玉良,吉喆,等. 3D 打印非共面模板辅助 CT 引导 ^{125}I 粒子植入治疗锁骨上复发转移癌的剂量学研究 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2017, 49(3): 506-511. DOI:10.3969/j.issn.1671-167X.2017.03.022. Guo FX, Jiang YL, Ji Z, et al. 3D printed template-assisted and computed tomography image-guided 125-iodine seed implantation for supraclavicular metastatic tumor: a dosimetric study [J]. *J Peking Univ Health Sci*, 2017, 49(3): 506-511. DOI:10.3969/j.issn.1671-167X.2017.03.022.
- [21] Davis BJ, Horwitz EM, Lee WR, et al. American Brachytherapy Society consensus guidelines for transrectal ultrasound-guided permanent prostate brachytherapy [J]. *Brachytherapy*, 2012, 11(1): 6-19. DOI:10.1016/j.brachy.2011.07.005.
- [22] 梁百武,何闯,梁清华,等.腹膜后转移瘤放射性 ^{125}I 粒子植入治疗的靶区剂量研究 [J]. *局解手术学杂志*, 2021, 30(1): 58-61. DOI:10.11659/jjssx.07E020121. Liang BW, He C, Liang QH, et al. Dosimetric study on target area of radioactive ^{125}I seeds implantation brachytherapy for retroperitoneal metastasis [J]. *J Reg Anat Oper Surg*, 2021, 30(1): 58-61. DOI:10.11659/jjssx.07E020121.
- [23] 曲昂,孙海涛,姜伟娟,等.剂量学参数对 CT 引导 ^{125}I 放射性粒子植入治疗放疗后盆腔复发宫颈癌疗效的影响 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(37): 3014-3016. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.37.013. Qu A, Sun HT, Jiang WJ, et al. Efficacy and dosimetric analysis of ^{125}I seeds implantation for pelvic recurrent cervical cancer after radiotherapy under CT guidance [J]. *Natl Med J China*, 2018, 98

- (37): 3014-3016. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.37.013.
- [24] Yuan D, Gao Z, Zhao J, et al. ¹²⁵I seed implantation for hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombus: a systematic review and meta-analysis [J]. Brachytherapy, 2019, 18(4): 521-529. DOI:10.1016/j.brachy.2019.01.014.
- [25] 王勇, 陆建, 陈荔, 等. ¹²⁵I 粒子气管支架与普通气管支架治疗食管癌所致恶性气道梗阻的对照研究 [J]. 介入放射学杂志, 2020, 29(2): 159-164. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.02.009.
- Wang Y, Lu J, Chen L, et al. Tracheal stent loaded with ¹²⁵I seeds versus conventional tracheal stent for the treatment of malignant airway obstruction caused by esophageal cancer: a control study [J]. J Intervent Radiol, 2020, 29(2): 159-164. DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.02.009.
- [26] Chi Z, Chen L, Huang J, et al. A novel combination of percutaneous stenting with iodine-125 seed implantation and chemotherapy for the treatment of pancreatic head cancer with obstructive jaundice [J]. Brachytherapy, 2021, 20(1): 218-225. DOI:10.1016/j.brachy.2020.09.009.
- [27] 王娟, 梁岩松, 张宏涛. 活度对腹腔盆腔肿瘤 ¹²⁵I 粒子局部治疗剂量学影响探讨 [J]. 中华医学杂志, 2020, 100(41): 3204-3206. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200301-00522.
- Wang J, Liang YS, Zhang HT. Deliberations on the ¹²⁵I seed activity influence on dosimetry significance for abdominal and pelvic tumors brachytherapy [J]. Natl Med J China, 2020, 100(41): 3204-3206. DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200301-00522.
- [28] Zhou Z, Yang Z, Jiang S, et al. Design and validation of a surgical navigation system for brachytherapy based on mixed reality [J]. Med Phys, 2019, 46(8): 3709-3718. DOI:10.1002/mp.13645.
- [29] Liu S, Wang H, Wang C, et al. Dosimetry verification of 3D-printed individual template based on CT-MRI fusion for radioactive ¹²⁵I seed implantation in recurrent high-grade gliomas [J]. J Contemp Brachytherapy, 2019, 11(3): 235-242. DOI:10.5114/jcb.2019.85729.
- [30] 中华医学会放射肿瘤治疗学分会, 中国医师学会放射治疗专业委员会, 中国研究型医院放射治疗专业委员会, 等. 3D 打印共面模板辅助 CT 引导放射性 ¹²⁵I 粒子植入治疗专家共识 [J]. 中华医学杂志, 2018, 98(35): 2815-2818. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.35.009.
- China Society for Radiation Oncology, Radiotherapy Committee of Chinese Doctor Association, Radiotherapy Professional Committee of Chinese Research Hospitals, et al. 3D printed coplanar template assisted CT-guided radioactive ¹²⁵I seed implantation expert consensus [J]. Natl Med J China, 2018, 98(35): 2815-2818. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.35.009.
- [31] 中华医学会核医学分会. 放射性 ¹²⁵I 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.
- China Society of Nuclear Medicine. 2019 Expert consensus for technical quality management of radioactive ¹²⁵I 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.
- [32] 中国核学会近距离治疗与智慧放疗分会, 中国北方放射性粒子治疗协作组. CT 联合共面模板引导放射性粒子植入治疗肺癌专家共识 (2021 年版) [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(5): 294-298. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20201116-00414.
- Brachytherapy and Intelligent Radiotherapy Division of Chinese Nuclear Society, China North Radioactive Brachytherapy Group. 2021 Expert consensus for CT combined with coplanar template guided radioactive seeds implantation for lung cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(5): 294-298. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20201116-00414.

(收稿日期:2021-06-25)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

医学论文中有关实验动物描述的要求

在医学论文的描述中,凡涉及到实验动物者,在描述中应符合以下要求:(1)品种、品系描述清楚;(2)强调来源;(3)遗传背景;(4)微生物学质量;(5)明确体质量;(6)明确等级;(7)明确饲养环境和实验环境;(8)明确性别;(9)有无质量合格证;(10)有对饲养方式的描述(如饲养类型、营养水平、照明方式、温度、湿度要求);(11)所有动物数量准确;(12)详细描述动物的健康状况;(13)对实验动物的处理方式有单独清楚的交代;(14)全部有对照,部分可采用双因素方差分析。

医学实验动物分为四级:一级为普通级;二级为清洁级;三级为无特定病原体 (SPF) 级;四级为无菌级 (包括悉生动物)。卫生部课题及研究生毕业论文等科研实验必须应用二级以上的实验动物。

本刊编辑部