

• 实验研究 •

兔喉部¹²⁵I粒子植入术后周围辐射剂量的实验研究*

汪海燕¹ 贾海英¹ 林修贤¹ 练兵¹ 张涛¹

[摘要] 目的:监测放射性¹²⁵I粒子植入家兔正常喉组织后不同时间周围辐射剂量的变化,从辐射防护角度探讨其临床应用的安全性。方法:健康雄性普通级新西兰家兔60只,重2.15~2.30 kg,随机分为7 d组、1个月组、2个月组、4个月组及对照组,每组12只。分别将3粒活度为0.8 mCi/粒、半衰期60.2 d的放射性¹²⁵I粒子植入实验组家兔右侧第一气管环旁。测量实验组4个月亚组植入粒子后不同时间、不同距离的周围辐射剂量,对结果进行统计学处理。结果:随着与粒源距离的增加及植入后时间的延长,周围辐射剂量减少,且随着距离的增加,周围辐射剂量下降缓慢,在距离粒源1 m处,测得剂量为室内天然本底辐射剂量。结论:放射性¹²⁵I粒子组织间植入治疗临床应用易于防护,其周围密切接触者安全的。

[关键词] ¹²⁵I;家兔;辐射剂量;放射防护

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2016.24.014

[中图分类号] R815 **[文献标志码]** A

The surrounding radiation dose of iodine-125 seeds on normal larynx tissue in rabbits

WANG Haiyan JIA Haiying LIN Xiuxian LIAN Bing ZHANG Tao

(Department of Otolaryngology, the First Affiliated Hospital of Ji'nan University, Guangzhou, 510630, China)

Corresponding author: ZHANG Tao, E-mail: tzhangt@jnu.edu.cn

Abstract Objective: To monitor the change of the radiation dose of the rabbits which were implanted radioactive ¹²⁵I seed into the normal laryngeal tissue at different time, and to evaluate the safety of radiation protection. **Method:** Sixty New Zealand rabbits, weighing 2.15–2.30 kg, were randomly divided into 5 groups: 7 d, 1 month, 2 month, 4 month group and the control group, 12 rabbits in each group. Iodine-125 of 0.8 mCi were implanted into the right side of the first trachea ring. At the different time and different distance, the surrounding radiation dose was measured after 4 months of implanting. The results were analyzed in statistics. **Result:** With the increase of the distance and the prolong of the time, the radiation dose was decreasing, and with the increase of distance, the radiation dose decreased slowly. At the site of 1 meter from the seeds, the detected dose is close to the natural background radiation dose. **Conclusion:** The clinical application of radioactive ¹²⁵I seed interstitial implant is easy to protect, the surrounding close contacts is safety.

Key words ¹²⁵I; rabbit; radiation dosage; radiation protecting

放射性¹²⁵I粒子是一种新型放射源,其不良反应轻微,局部控制率高,作为一种微创、有效的方法越来越广泛地应用于临床,在头颈部肿瘤、肺癌、前列腺癌等的治疗中取得了良好的疗效^[1-2]。因具有放射性,其对周围正常人群及医务工作者产生的辐射损害及防护措施越来越受到关注,但临床关于植入术的放射防护报道不多。我们已通过动物实验认为放射性¹²⁵I粒子对喉部正常气管组织损伤小^[3],现通过测量¹²⁵I植入术后周围辐射剂量,从辐射防护角度指导临床治疗采取相应的防护措施。

1 材料与方法

1.1 实验动物

健康雄性普通级新西兰雄性家兔60只,重2.15~2.30 kg,购自广东省动物实验中心。随机分为7 d组、1个月组、2个月组、4个月组及对照组,每组12只。分别将3粒活度为0.8 mCi/粒、半衰期60.2 d的放射性¹²⁵I粒子植入实验组家兔右侧第一气管环旁;对照组植入无活性空源粒子。

1.2 术后监测周围辐射剂量

术后用 γ 射线监测仪测量实验室本底辐射剂量,再以粒源为中心点监测4个月组分别距离粒源植入部位0 cm、15 cm、30 cm、50 cm和100 cm处前后左右的射线剂量,平均后记录。在术后1个月、2个月、4个月分别按上述方法测量相同亚组相同距离的 γ 射线剂量。术后CT扫描粒子位置正

* 基金项目:2010年广东省自然科学基金(No:10251063201000053)

¹暨南大学附属第一医院耳鼻咽喉科(广州,510630)
通信作者:张涛, E-mail: tzhangt@jnu.edu.cn

常,术后 4 个月处死动物显示粒子在位,无脱落、移位。

1.3 统计学处理

所测数据为计数资料,各组数据采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,应用 SPSS13.0 统计软件处理数据,采用多因素多水平重复测量资料的方差分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

实验组 4 个月组家兔粒子植入术后即时及术后 1、2、4 个月监测周围辐射剂量,结果见表 1,实验环境本底辐射剂量为 80~150 mR/h。

采用多因素多水平的重复测量资料的方差分析,检验水准 $\alpha = 0.05$,对各组不同时间点家兔的周围辐射剂量进行比较。结果显示:距离主效应有统计学意义 ($P < 0.05$),即同一时间因素下,家兔的周围辐射剂量随与粒源距离的增加而降低;时间主效应有统计学意义 ($P < 0.05$),即同一距离因素下,家兔的辐射剂量随植入时间的延长而降低;时间与距离存在交互作用 ($P < 0.05$),说明不同距离水平,家兔的辐射剂量随时间变化的趋势不同,进一步做交互图,显示距离越大,辐射剂量下降越缓慢。见表 2、图 1。

3 讨论

放射性¹²⁵I 粒子是由一根银棒吸附放射性¹²⁵I 核素,钛合金外壳封装组成的一种微型密封放射源。钛合金外壳隔绝了参与人体代谢的放射性元素与人体内环境的接触,同时能防止放射泄露,避免了放射源的丢失以及对周围环境的核污染,同时钛合金与人体组织有较好的相容性,降低了粒子作为异物而被人体排斥的可能性。¹²⁵I 粒子作为一种放射源,因其局部控制率高,对周围的正常组织损伤较小,全身不良反应少见,在临床晚期恶性肿瘤中的应用越来越受到重视^[4]。但在粒子植入治疗过程中对直接操作的医务人员及术后对周围人群

有潜在放射危险性,因而防止粒子植入对周围正常人群及医务人员的辐射损害,保护周围人群的健康也是临床一大关注的问题。

辐射防护包括时间防护、距离防护及屏蔽防护三种。我们的研究显示在同一时间因素下,随距离粒源间距的增加,周围辐射剂量降低,距离越大,粒子的辐射剂量下降越缓慢。图 1 所示在同一时间点,在 0 cm、10 cm 处辐射剂量明显高于 25 cm、50 cm、100 cm 处,此外,在同一距离因素下,随着时间的延长,周围辐射剂量降低。图 1 所示在 0 cm、10 cm 处随时间延长,辐射剂量下降幅度明显,25 cm、50 cm 及 100 cm 处各时间点辐射剂量变化不大,三条曲线重叠,我们所测实验环境本底辐射剂量为 80~150 mR/h,在距离粒源 1 m 处无论何时测得的辐射剂量都为本底剂量,即距离¹²⁵I 治疗实验动物 1 m 以外人群不受粒子辐射的影响。¹²⁵I 释放的低能量 γ 射线的铅半价层是 0.025 mm,马旺扣等^[5]提出临床应用 0.18~0.25 mm 厚铅当量屏蔽设备能屏蔽 90%~99% 以上射线,因此可以通过一些铅屏蔽设备使辐射降低到对人体无害的水平。术中医务人员穿戴铅防护设备,术者与助手戴铅手套,降低射线对人体的辐射水平,植入针穿刺入靶区适当位置后,尽量使用血管钳固定植入针,确定植入针位置准确后,快速、准确地将粒子植入治疗靶区,缩短术中近距离接触放射源的时间。术后患者手术部位覆盖铅垫,保护医护人员及家属。我们的研究显示距离粒源 1 m 处周围辐射剂量为本底剂量,即对人体不产生影响。Gagna 等^[6]研究显示距离¹²⁵I 植入治疗前列腺癌的患者 20 cm 是安全的,此可能是人体组织对射线产生一定的屏蔽作用。张鹏等^[7]报道周围人群距离患者 30 cm 处每天接触时间不超过 5 h,而距离 50 cm 处在不同方向与患者接触年累积辐射剂量在安全范围内,距离 1 m 以上即使全天接触也符合安全标准。因

表 1 植入粒子即时及 1、2、4 个月辐射剂量监测结果

距离/cm	$\times 10^3 \text{mR/h}, \bar{x} \pm s$			
	0 个月	1 个月	2 个月	4 个月
0	56.67 ± 0.95	41.71 ± 0.73	35.06 ± 0.86	32.33 ± 0.77
10	27.93 ± 0.51	15.07 ± 0.32	9.10 ± 0.36	7.63 ± 0.31
25	0.41 ± 0.07	0.36 ± 0.02	0.30 ± 0.05	0.17 ± 0.03
50	0.31 ± 0.03	0.23 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.16 ± 0.01
100	0.13 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.01

表 2 时间和距离因素对辐射剂量的影响

变量	距离		时间		交互作用	
	F	P	F	P	F	P
辐射剂量	9 779.184	<0.001	2 681.261	<0.001	989.816	<0.001

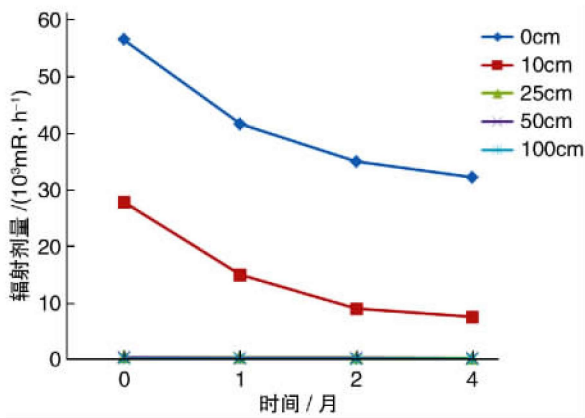


图 1 各组在四个时间点的辐射剂量

此,术后家属注意与患者保持 1 m 以上的距离是安全的。¹²⁵I 组织间植入近距离治疗的时间防护包括与患者的接触时间和在一定半衰期内接触的防护两方面,缩短接触患者时间可以减少周围人群接受的累积剂量。此外临床应用放射性¹²⁵I 粒子经过 5 个半衰期,其活度为初始活度的 3%,一般认为经过 3 个半衰期后,其放射量对人体组织的影响可以忽略^[8]。我们的研究显示经过一个半衰期,距患者 50 cm 处周围辐射剂量仍高于实验环境本底剂量,因此在一定半衰期,应尽量减少与患者的接触时间。一定半衰期以后,射线对周围人群不产生辐射损害,不限制与患者的接触,因此,粒子植入术后 6 个月内接触患者应注意采取的时间、距离和屏蔽防护措施。永久性放射性粒子植入患者近年来在全世界范围内迅速增加,到目前为止没有医护人员和患者家属出现放射事故和相关副作用的报告^[9]。Hanada 等^[10]研究放射性¹²⁵I 植入治疗前列腺癌患者家属的放射暴露,认为其对家庭成员的安全没有构成威胁。值得注意的是,术前应对患者及其家属进行粒子治疗的相关宣讲工作,告知相关注意事项,嘱患者术后自行采取相关防护措施,减少对周围人群的辐射,尤其强调在 3 个半衰期内避免过于接近孕妇、18 岁以下儿童及青少年。粒子植入术后,使用 γ 射线检测仪测量穿刺仪器有无粒子残留及周围环境中有无粒子脱落,以免引起放射性核污染。

¹²⁵I 有一定的半衰期、释放的 γ 射线穿透力低对周围正常组织损伤小且对肿瘤的局部控制率高的这些特点决定了临床上使用放射性¹²⁵I 治疗晚期恶性肿瘤,其治疗头颈部恶性肿瘤取得明显的疗效,可作为术后辅助治疗,也可单独用于晚期头颈部肿瘤的挽救性治疗^[11-12]。需要强调的是应当严格掌握适应证和禁忌证,防止不必要及不合理的照射,结合相关研究及我们的研究结果,证实放射

性¹²⁵I 植入临床治疗肿瘤过程中和治疗后,可以通过时间防护、距离防护和屏蔽防护措施,降低对周围正常人群及医务工作者的辐射剂量,避免辐射损伤。

参考文献

- [1] PETERS M, MAENHOUT M, VAN DER VOORT VAN ZYP J R, et al. Focal salvage iodine-125 brachytherapy for prostate cancer recurrences after primary radiotherapy: a retrospective study regarding toxicity, biochemical outcome and quality of life[J]. *Radiation Oncol*, 2014, 112:77-82.
- [2] HUO X, WANG H, YANG J, et al. Effectiveness and safety of CT-guided (¹²⁵I) seed brachytherapy for postoperative locoregional recurrence in patients with non-small cell lung cancer[J]. *Brachytherapy*, 2016, 15:370-380.
- [3] 汪海燕,陈宏鑫,贾海英,等. ¹²⁵I 粒子植入对兔正常气管组织放射性损伤的实验研究[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2015, 29(13):1213-1216.
- [4] 王俊杰,修典荣,冉维强. 放射性粒子组织间近距离治疗肿瘤[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2004:75-75.
- [5] 马旺扣,许运龙,山长起,等. ¹²⁵I 种子源治疗前后周围辐射剂量监测[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2003, 23(1):52-53.
- [6] GAGNA G, GAURON C, AMABILE J C, et al. Radiation exposure to operating room staff during prostate brachytherapy using iodine-125 seeds[J]. *Radioprotection*, 2011, 46:189-208.
- [7] 张鹏,张杰,万玲,等. 头颈部¹²⁵I 粒子植入术后患者周围辐射剂量监测[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2010, 30(2):209-212.
- [8] 吴月霞,张福君,卢明剑,等. 放射性粒子¹²⁵I 对兔股动脉放射性损伤的实验研究[J]. *癌症*, 2008, 27(3):249-252.
- [9] 岳瑶,刘海生,王俊杰,等. 放射性¹²⁵I 粒子植入术后患者及密切接触者的剂量监测[J]. *现代肿瘤医学*, 2010, 18(2):217-219.
- [10] HANADA T, YOROZU A, SHINYA Y, et al. Prospective study of direct radiation exposure measurements for family members living with patients with prostate ¹²⁵I seed implantation: Evidence of radiation safety[J]. *Brachytherapy*, 2016, 15:412-419.
- [11] 张杰,张建国,宋铁,等. 经 CT 引导头颈部恶性肿瘤¹²⁵I 放射性粒子的植入[J]. *华西口腔医学杂志*, 2008, 26(1):8-9.
- [12] 韩冰,王飞,李志民,等. 碘 125 放射性粒子植入治疗口腔颌面部恶性肿瘤的疗效观察[J]. *吉林医学*, 2010, 31(31):5592-5593.

(收稿日期:2016-08-14)