

¹²⁵I 粒子植入治疗术中操作者辐射剂量水平分析

白 静^① 巴彩霞^② 张 苏^① 曹怀宇^③ 石宝琪^④ 窦慧青^⑤ 赵如意^⑥
王 旭^⑥

摘要 目的:分析和评价¹²⁵I粒子植入治疗术中不同操作者辐射剂量水平。方法:用热释光(TLD)元件作为测量工具,检测参与粒子操作手术的不同操作者(CT引导者、超声引导者、粒子植入者)眼晶状体、操作的手部位和甲状腺部位的辐射剂量水平,估算眼晶状体、操作的手部位和甲状腺当量剂量。结果:不同操作者间眼晶状体、操作的手部位和甲状腺当量剂量之间差异无显著统计学意义,且未超出《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB-18871-2002)规定放射工作人员的剂量限值。结论:参与粒子植入术的不同操作者在本研究的工作强度下,眼晶状体当量剂量未超过ICRP最新推荐的眼晶状体剂量限值(20 mSv),操作的手部位当量剂量也未超过手部剂量限值(500 mSv)。

关键词 ¹²⁵I粒子植入术 眼晶状体 操作手 甲状腺 当量剂量 辐射防护

doi:10.3969/j.issn.1000-8179.2012.21.026

Evaluation of Radiation Dose to Direct ¹²⁵I Seed Implantation Operator

Jing BAI¹, Caixia BA², Su ZHANG¹, Huaiyu CAO³, Baoqi SHI⁴, Huiqing DOU⁵, Ruyi ZHAO⁶, Xu WANG⁶

Correspondence to: Caixia BA; E-mail: crystal_bj@sohu.com

¹Department of Radiotherapy, Baotou Tumor Hospital, Baotou 014030, China. ²Department of Gynecologic Oncology, Baotou Tumor Hospital, Baotou 014030, China. ³Department of Ultrasound, Baotou Tumor Hospital, Baotou 014030, China. ⁴Department of CT Intervention, Baotou Tumor Hospital, Baotou 014030, China. ⁵Department of Anesthesiology, Baotou Tumor Hospital, Baotou 014030, China. ⁶Center of Radioactive Testing, Baotou Iron and Steel Group Company, Baotou 014010, China.

This work was supported by the Scientific Foundations of Baotou Science and Technology Bureau (Grant No.wsjj2011056)

Abstract Objective: This study aims to assess the level of radiation exposure of ¹²⁵I seed implantation operators. **Methods:** Using thermoluminescent dosimeters for dose measurement, the radiation exposures of eye lens, operating hands, and thyroid of CT guider, ultrasound guider, and ¹²⁵I implanting operator were measured when ¹²⁵I seeds were implanted. The equivalent dose to the eye lens, operating hands, and thyroid was estimated. **Results:** No significant differences in the annual equivalent dose of the eye lens, operating hands, and thyroid were found among the three operators. It did not exceed the limit of the Protection against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Sources basic standard (GB-18871-2002). **Conclusion:** The eye lens of operators involved in ¹²⁵I seed implantation will receive an equivalent dose of less than 20 mSv, as recommended by the ICRP under the condition provided by our study. The operating hands of the operators involved in ¹²⁵I seed implantation will receive the recommended equivalent dose of less than 500 mSv.

Keywords ¹²⁵I seed implantation; Eye lens; Operating hands; Thyroid; Dose equivalent; Radiation protection

影像引导放射性¹²⁵I粒子组织间植入的近距离治疗肿瘤是一种新型、有效的微创介入治疗手段,适应证广,可用于术后、放化疗后复发的实体瘤患者,是一种重要的靶向放疗手段。由于其操作简单易行,安全有效,再加上近些年计算机系统、影像引导及精确导航的飞速发展,选择放射性¹²⁵I粒子植入治疗肿瘤的患者越来越多,为此,粒子植入手术操作者就需要更多次更长时间近距离接触¹²⁵I粒子,操作者的辐射防护问题需特别重视^[1-3]。有关介入人员受照剂量研究结果已有报道,但因受不同因素的影响,研究结果大不相同^[4-6]。关于¹²⁵I粒子组织间植入手术不同

操作者重要部位受照剂量的报道较少,为充分了解参与放射性¹²⁵I粒子组织间近距离植入手术的不同操作人员重要部位的辐射水平,本研究根据临床参与粒子植入手术最近距离的3位不同操作者为研究对象,分析3位不同操作者的眼晶状体、操作的手部位和甲状腺的辐射剂量水平,为参与粒子植入手术的不同操作者进行合理防护提供依据。

1 材料与方法

1.1 设备和仪器

¹²⁵I粒子植入设备为国产手枪式粒子植入枪,采用国产15、20 cm 2种规格18 G粒子植入针,¹²⁵I粒子

由浙江宁波君安公司或北京原子高科股份有限公司提供,粒子植入计划系统为北京科霖众科学技术研究所生产,型号KL-SIRPS-3D型。实施该粒子植入过程中配备的防护措施有铅衣和铅围脖。热释光剂量测量系统为微机型热释光剂量仪FJ-427A1(北京核仪器厂),热释光探测器为LiF(Mg,Cu,P),型号GR-200A系列由中国剂量研究院刻度。

1.2 方法

选择行影像引导下¹²⁵I粒子植入的操作者(包括1名直接粒子植入操作者、1名CT引导者或1名超声引导者),手术操作时均穿铅防护衣、配戴铅围脖、未配戴铅眼镜。¹²⁵I粒子植入前将TLD元件平行置于直接粒子植入操作者和影像引导者的左右眼睑、操作手的拇指、食指和中指的近节指腹和甲状腺左右叶相对应的体表皮处,检测结果取其平均值。记录¹²⁵I粒子植入手术时间,选取有效影像引导粒子植入中位时间(不包括术前准备、麻醉和影像定位等时间为30(20~45)min、8次粒子植入手术测量结果为研究对象。治疗所用¹²⁵I粒子半衰期为59.43 d,主要发射27.4keV和31.4keV X射线及35.5 keV γ射线,治疗活度为(2.2~2.6)×10⁷ Bq,总活度为(4.4~1.0)×10⁹ Bq。选择标准照射场5个剂量测量点(0.2、0.4、0.6、1.2、2.0 mSV)建立标准剂量曲线,并选择3.0 mSV进行剂量检验,检测眼晶状体、操作的手部位和甲状腺部位的辐射剂量水平。并估算出眼晶状体、操作的手部位和甲状腺部位当量剂量。

1.3 统计学方法

数据用均数±总不确定度形式($\bar{x}\pm U_p$)表示。采用SPSS 13.0软件进行分析,粒子植入不同操作者不同部位间的比较采用方差分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT引导者、超声引导者与粒子植入不同操作者眼晶状体、操作的手部位和甲状腺部位的剂量水平

数据是将8次测量结果均值首先进行不确定度分析,热释光装置的不确定度3.1%($k=2$),刻度因子不确定度为5.7%($k=2$)。计算公式:总不确定度 $U_p=2UC$, $UC=(U_A+U_B)/2$, $U_A=\sigma/\sqrt{n}$ (σ 为各组均数的标准差, $n=8$), $U_B=3-1/2\{(\text{均数}\times\text{热释光装置的不确定度})\times2+(\text{均数}\times\text{刻度因子的不确定度})\times2\}$ (表1)。

2.2 所有手术操作者在8次手术中不同部位单次最高剂量水平分析比较

对所有手术操作者在8次手术中不同部位单次最高剂量水平进行比较分析(表2)。

2.3 不同手术操作者重要部位年当量剂量水平

根据本研究对参与粒子植入术不同术者不同部

位单次剂量水平的分析,以100例¹²⁵I粒子手术为年工作量来计算^[4],获得参与粒子植入手术操作人员眼晶状体、操作手部和甲状腺的年当量剂量(表3)。

表1 不同手术操作者重要部位辐射剂量水平($\bar{x}\pm U_p, n=8$)

Table 1 Radiation dose level to important sites of the different operators, mSv ($\bar{x}\pm U_p, n=8$)

术者类型	眼晶状体(mSv)	操作的手部位(mSv)	甲状腺部位(mSv)
CT引导者	0.149 ± 0.047	0.159 ± 0.055	0.129 ± 0.039
超声引导者	0.072 ± 0.003	0.153 ± 0.014	0.079 ± 0.002
粒子植入者	0.136 ± 0.049	0.131 ± 0.030	0.163 ± 0.070
F	2.260	0.637	0.820
P	0.124	0.539	0.462

表2 不同手术操作者不同部位单次最高辐射剂量水平 mSv

Table 2 Highest radiation dose level of each operation to important sites of the different operators, mSv ($\bar{x}\pm U_p, n=8$)

术者类型	眼晶状体	操作的手部位	甲状腺部位
CT引导者	0.215	0.261	0.146
超声引导者	0.076	0.175	0.084
粒子植入者	0.238	0.165	0.298

表3 不同手术操作者重要部位年当量剂量水平 mSv

Table 3 Annual radiation dose level to important sites of the different operators, mSv ($\bar{x}\pm U_p, n=8$)

术者类型	眼晶状体	操作手部	甲状腺部位
CT引导者	19.60 ~ 19.85	15.96 ~ 15.85	12.94 ~ 12.86
超声引导者	7.20	15.31 ~ 15.29	7.90
粒子植入者	13.65 ~ 13.55	13.13 ~ 13.07	16.37 ~ 16.23

3 讨论

本研究以参与¹²⁵I粒子植入术的不同操作者为研究对象,进行了重要部位辐射剂量水平的分析。由于器官当量剂量不能直接测量,要通过对佩戴的个人剂量计读数进行计算得出。本研究采用NCRP122号报告推荐的估算方法^[7],得到参与粒子植入术的不同操作者每次手术眼晶状体、操作的手部位和甲状腺部位当量剂量。并计算出参与粒子植入手术操作人员眼晶状体、操作的手部位和甲状腺的年当量剂量:CT引导者眼晶状体19.6~19.85 mSv、操作手15.96~15.85 mSv、甲状腺12.94~12.86 mSv;超声引导者眼晶状体7.2 mSv、操作的手部位15.31~15.29 mSv、甲状腺7.9 mSv;粒子植入者眼晶状体13.65~13.55 mSv、操作手13.13~13.07 mSv、甲状腺16.37~16.23 mSv。我国的《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB-18871-2002)规定放射工作人员的剂量限值为20 mSv,眼晶状体的年当量剂量不得超出150 mSv;四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不得超出500 mSv。

本研究不同操作者眼晶状体年当量剂量未超过该标准,同样也未超过ICRP最新推荐的眼晶状体年当量剂量限值20 mSv^[8]。但根据不同操作者单次手术眼晶状体最高剂量水平分析,以100例手术为年工作量计算,则CT引导者和粒子植入者眼晶状体年当量剂量超过ICRP最新推荐的眼晶状体年当量剂量限值20 mSv,可能与在粒子植入操作中CT引导者和粒子植入者更近距离接触放射性 ^{125}I 粒子有关,但三者之间差异无统计学意义($t=2.260, P>0.05$);同样在眼晶状体和操作手部无防护的情况下,本研究不同手术操作者的眼晶状体、操作手部年当量剂量水平低于黄忠柯等^[9]报道的技术人员和医生眼晶状体、手掌年当量剂量水平,可能与其手术时间长有关;与彭建亮等^[10]报道的3种介入术中工作人员眼晶状体年当量剂量相比,与脑血管造影术和心血管造影术工作人员眼晶状体年当量剂量相当,但高于外周血管介入术工作人员眼晶状体年当量剂量水平。对于从事影像引导下放射性 ^{125}I 粒子组织间植入治疗肿瘤的不同手术操作者,由于在操作中佩戴铅眼镜会给操作带来不便,其使用率降低,使眼晶状体暴露于辐射中,因此眼晶状体剂量会相应增加,极大地增加了辐射对粒子植入操作者的危害,需要额外关注,应重视对眼晶状体的防护,佩戴铅眼镜或采取其他有效防护措施,将辐射对眼晶状体的危害降到最低。不同操作中操作手部剂量未超过剂量限值标准,本研究的工作强度下,也未增加辐射对不同操作者操作手部位的危害。

影像引导放射性 ^{125}I 粒子植入治疗术,需要近距离持续接触 ^{125}I 粒子,不可避免地会受到辐射的危害。在 ^{125}I 粒子植入实际操作中,应采取适当的防护措施,如肿瘤体积较大时, ^{125}I 粒子植入操作需要时间

较长,除穿铅衣、戴铅围脖外,必要时需佩戴铅眼镜等个人防护用品,降低粒子植入术对不同操作者的辐射危害。

参考文献

- 1 Kaulich TW, Bamberg M. Radiation protection of persons living close to patients with radioactive implants[J]. Strahlenther Onkol, 2010, 186(2):107-112.
- 2 Anglesio S, Calamia E, Fiandra C, et al. Prostate brachytherapy with iodine-125 seeds: radiation protection issues[J]. Tumori, 2005, 91(4):335-338.
- 3 Dauer LT, Kollmeier MA, Williamson MJ, et al. Less-restrictive, patient-specific radiation safety precautions can be safely prescribed after permanent seed implantation[J]. Brachytherapy, 2010, 9(2):101-111.
- 4 王晓峰,白玫,孙雪梅,等.CA与PTCA中医务人员的剂量学研究[J].中国辐射卫生,2006,15(1):13-16.
- 5 Miller D, Van E, Bartal G. Occupational radiation protection for interventional radiology society of Europe and the society of interventional radiology[J]. CIRSE, 2010, 32(2):230-239.
- 6 Lie OO, Paulsen GU, Wohni T. Assessment of effective dose and dose to the lens of the eye for the interventional cardiologist[J]. Radiat Prot Dosim, 2008, 132(3):313-318.
- 7 NCRP. Use of personal monitors to estimate effective dose equivalent and effective dose to workers for external exposure to low-LET radiation[M]. Report No.122. Bethesda: NCRP, 1995:64.
- 8 ICRP. Statement on tissue reactions. ICRP ref 4825-3093-1464. [http://www.icrp.org/docs/ICRP Statement on tissue reactions. pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP%20Statement%20on%20tissue%20reactions.pdf). 2011-04-21.
- 9 黄中柯,毛仙芝,狄小云,等.125碘粒子组织间放疗时医护人员受照水平的研究[J].中华劳动卫生职业病杂志,2008,26(12):747-748.
- 10 彭建亮,楼云,冯泽臣,等.3种介入术中工作人员的辐射剂量水平分析[J].中华放射医学与防护,2011,31(4):395-397.

(2012-09-03收稿)

(2012-11-02修回)

(本文编辑:王展宏)

《中国肿瘤临床》“新药临床研究”栏目介绍

《中国肿瘤临床》在“求精、求实、求快”办刊原则的指导下,重点建设具有临床特色与实用性的栏目,不断增强期刊学术影响力与吸引力。“新药临床研究”是本刊特色栏目之一,重点跟踪报道抗肿瘤新药的临床研究成果,以促进抗肿瘤药物临床评价规范化,推动肿瘤治疗新方案的临床应用。

本栏目欢迎临床肿瘤学科、药物临床试验和新药研发相关专业人员踊跃投稿,报道对现有标准(或最佳)治疗方法具有一定改善前景,或对临床实践有指导意义的研究内容。试验方案应符合《赫尔辛基宣言》的要求并获得相关医学伦理委员会批准,所有受试者均签署知情同意书;临床试验样本量应符合统计学要求;注册临床试验样本量符合《新药注册管理办法》。要求文章以论著格式撰写。