

·调查研究·

125 碘粒子组织间放疗时医护人员受照水平的研究

黄中柯 毛仙芝 狄小云 李浦

【摘要】目的 探讨 ^{125}I 粒子植入治疗过程中医护人员的受照水平。方法 利用手提式辐射探测仪监测 21 例恶性肿瘤患者植入 ^{125}I 粒子整个过程中医护人员有关部位的受照剂量率,计算相应部位的年受照剂量当量;同时通过热释光个人剂量计(TLD)监测操作人员的累积剂量。结果 (1)实时剂量监测:医护人员手掌、胸部和眼睛等部位在无防护状态下最高年剂量当量分别为(232.84±12.01)、(13.42±1.25)、(26.21±1.72)mSv/a;有屏蔽防护时最高年剂量当量分别为(32.92±2.65)、(0.47±0.06)、(0.94±0.09)mSv/a。(2)累积剂量监测:技术员和医生胸部年剂量当量分别为(0.380±0.05)、(0.500±0.05)mSv/a,该监测结果与实时剂量监测结果的差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 ^{125}I 粒子组织间放疗过程中医护人员相关部位的受照水平明显低于国家标准,从外照射防护的角度讲近期是安全的、可接受的。

【关键词】 碘;医务人员;辐射剂量

组织间植入放射性粒子是近年发展起来的一种肿瘤放射治疗新技术,目前比较流行的方法是 ^{125}I 粒子源组织间放射治疗,它主要依靠三维立体定向技术,将放射性粒子准确植入到瘤体内,从而达到控制肿瘤局部复发率,提高肿瘤患者生存率的目的。但此方法是将放射性 ^{125}I 粒子直接引入体内,粒子源持续释放辐射,植入术前、术中和术后会给医护人员和周围人群带来一定的辐射危害,因而有必要对粒子植入过程进行放射性监测。我们的研究旨在探讨植入 ^{125}I 粒子操作过程中医护人员的受照水平。

一、对象与方法

1. 对象:通过对笔者单位以往资料的统计,平均每例患者植入粒子数为 39 颗,遂选取拟计划植入 35~45 颗粒子的患者 53 例,其中有 21 例患者术中植入 39 颗粒子最终入选本组研究,其中,男 14 例,女 7 例,年龄 28~63 岁,中位数为 47.1 岁。其中胰腺癌 5 例、肺癌 8 例、肝癌 4 例、舌癌 1 例、前列腺癌 1 例、纵隔恶性肿瘤 2 例。

2. 仪器与设备:(1)手提式辐射探测仪:美国德克萨斯州 Ludlum Measurements INC 生产,型号为 14C,测量范围:0~200 mR/h;读数显示:以 R/s、mR/h、CPS 为单位给出测量结果;能量阈约 35 keV。(2)个人剂量计:采用中国辐射防护研究院生产的热释光剂量计(TLD)。(3)粒子植入器械:采用国产 15.20 cm 2 种规格 18 G 粒子植入针;国产转盘式或美国产笔式植入枪。(4) ^{125}I 粒子:由浙江宁波君安公司或上海欣科公司提供,每个粒子长 4.5 mm、直径 0.8 mm,镍钛合金包壳,活度为 18.5~22.2 MBq。

3. 监测方法:(1)实时剂量监测:根据笔者单位 ^{125}I 粒子治疗操作流程,利用手提式辐射探测仪分阶段分别监测铅屏蔽和无屏蔽状态下操作人员在粒子接收、粒子数量和剂量验证及检测粒子有无破损、粒子消毒及清洗、粒子装入植入针

(枪)、粒子植入、监测有无粒子丢失等阶段中身体相关位置的受照剂量率。同时监测操作室内天然本底、铅罐处于屏蔽状态时操作室内受照剂量率。(2)累积受照剂量监测:每次进行 ^{125}I 粒子治疗操作时在医护人员左前胸铅衣后佩戴 TLD,治疗结束后,把 TLD 放置于无人工射线影响的办公室避阳光处,佩戴周期一般为 3 个月,所有 TLD 由省疾病预防控制中心集中检测,出具相应的个人剂量检测报告。以公式 $D=X \times f$, $H=D \times Q \times N$ 计算累积剂量,式中, D :吸收剂量,Gy, X :照射量,R, f :换算因子($f_{\text{软组织}}=0.817 \text{ rad/R}$); H :剂量当量,Sv; Q :品质因子,对于 X 线、 γ 线和电子 Q 为 1; N 为所有其他计权修正因子数的乘积^[1]。

4. 统计学分析:使用 SPSS 13.0 统计软件对实时剂量监测结果与累积剂量监测结果进行 t 检验。

二、结果

操作室内天然本底剂量率为(3.55±0.43)×10⁻⁹R/s。技术人员在进行粒子接收时,放置 ^{125}I 粒子的铅罐处于屏蔽状态,此时操作室内剂量率为(5.62±0.47)×10⁻⁹R/s。技术人员进行 ^{125}I 粒子数量和剂量验证及检测粒子有无破损时,眼睛离粒子的最近距离约 20 cm,胸部离 ^{125}I 粒子的最近距离约 30 cm,手掌离 ^{125}I 粒子的最近距离在 10 cm 以内,这一操作过程需 10 min 左右;技术人员将 ^{125}I 粒子进行高温消毒或者倒入体积分数为 10%的戊二醛液中进行消毒,然后用生理盐水或蒸馏水清洗,此过程约需 3 min; ^{125}I 粒子消毒清洗后装入植入针(枪)时,技术人员眼睛离 ^{125}I 粒子的最近距离约 15 cm,胸部离 ^{125}I 粒子的最近距离约 25 cm,手掌离 ^{125}I 粒子的最近距离为 5 cm 以内,此过程时间为 25 min 左右,技术人员不同部位的受照剂量率见表 1。手术医生接过植入针(枪),将全部粒子植入患者体内并缝合,每例手术平均用时 40 min,医生的手掌、胸部和眼部的受照剂量率见表 1。

根据以上监测结果换算,从粒子接收到粒子装入移植针(枪)技术人员相应部位所接受的剂量当量和手术医生从接过移植针(枪)至切口缝合结束相应部位受照剂量当量见表 2。

表 1 技术人员和医生在不同操作阶段相关部位接受的剂量率 (10^{-6}R/s , $\bar{x}\pm s$)

操作阶段	例数	无屏蔽防护的剂量率			屏蔽(手掌 0.10 mm 铅当量, 身体 0.25 mm 铅当量)防护的剂量率		
		手掌	胸部	眼睛	手掌	胸部	眼睛
验证阶段	21	72.17±4.52	2.07±0.40	4.49±0.31	11.06±0.82	0.08±0.02	0.20±0.03
消毒阶段	21	76.27±3.91	2.29±0.46	4.60±0.38	9.66±0.72	0.10±0.02	0.22±0.04
装(针)枪阶段	21	77.19±4.15	3.35±0.46	8.00±0.41	8.57±0.95	0.11±0.02	0.25±0.03
植入阶段	21	66.48±3.75	4.14±0.34	8.15±0.52	8.21±0.52	0.11±0.02	0.27±0.03

表 2 技术人员和医生进行 1²⁵I 粒子植入治疗时接受的剂量当量 (10^{-4}Sv , $\bar{x}\pm s$)

		手掌	胸部	眼睛
技术人员	无屏蔽防护	14.89±0.768	0.60±0.091	1.35±0.078
	屏蔽防护	2.11±0.172	0.02±0.004	0.04±0.006
医生	无屏蔽防护	13.81±0.790	0.86±0.079	1.68±0.113
	屏蔽防护	1.23±0.094	0.03±0.004	0.06±0.006

按照笔者单位的患者量,平均每周 3 例,全年 156 例,则技术人员和手术医生每年在进行 ¹²⁵I 植入治疗时不同部位受到的外照射剂量当量见表 3。操作人员铅屏蔽状态下胸部每周累积受照剂量结果及年剂量当量见表 4。累积剂量监测结果与实时剂量监测结果的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 3 技术人员和医生进行 ¹²⁵I 粒子治疗时每年受到的外照射剂量当量 (mSv , $\bar{x}\pm s$)

		手掌	胸部	眼睛
技术人员	无屏蔽防护	232.84±12.01	9.36±1.40	21.06±1.25
	屏蔽防护	32.92± 2.65	0.31±0.06	0.62±0.09
医生	无屏蔽防护	215.44±12.32	13.42±1.25	26.21±1.72
	屏蔽防护	19.19± 1.40	0.47±0.06	0.94±0.09

表 4 技术人员和医生胸部每周累积剂量及受照年剂量当量 (mSv , $\bar{x}\pm s$)

	周期 1	周期 2	年剂量当量
技术人员	0.103±0.05	0.091±0.04	0.380±0.05
医生	0.117±0.06	0.131±0.05	0.500±0.05

注:每 3 个月为 1 个周期

三、讨论

放射性粒子组织间植入治疗肿瘤的原理是术中或在影像学引导下将放射性粒子直接种植到肿瘤体内或肿瘤周围,通过放射性核素持续释放射线达到杀伤肿瘤细胞的目的。放射性粒子植入治疗早期使用的放射性核素有 ²²²Rn、¹⁹⁸Au 和 ¹²⁵I 等,由于这些放射性核素释放高能 γ 线,穿透力较强,工作人员防护难度较大。

20 世纪 80 年代,新型放射性核素研制成功,如 ¹²⁵I 和 ¹⁰³Pd,加上计算机三维治疗计划系统的出现,使这一技术得到迅速发展,在颅内肿瘤、鼻咽癌、胰腺癌和前列腺癌等治疗上显示明显优势^[2-4]。尤其是 ¹²⁵I 粒子植入术已被作为恶性肿

瘤综合治疗的一种新方法广泛应用于临床,并取得良好的疗效^[5-6]。与传统外放疗相比,¹²⁵I 粒子植入术的优势是与肿瘤形状非常吻合,治疗区定位精确,治疗时间短,物理剂量分布明显改善,肿瘤局部剂量可明显提升,而在粒子种植的范围之外,放射剂量迅速减少,因而降低了对周围正常组织的生物损伤,并发症明显降低。另外,¹²⁵I 粒子持续低剂量率(0.07~0.09 Gy/h)的照射更具有明显的放射生物学优势^[7]。

本研究结果表明,即使在不采取任何防护措施的情况下,医护人员相关部位的受照年剂量当量仍明显低于 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(附录 B1.1.1.1)中的年剂量当量限值。采取一定的屏蔽防护措施后,医护人员相关部位的受照年剂量当量仅为 GB 18871-2002 中的年剂量当量限值的 1%~3%。另外,我们同时进行了累积剂量的监测,并与实时监测结果进行统计学分析,两者的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。因而,从外照射防护的角度讲,¹²⁵I 粒子植入治疗工作近期是安全的,但随着治疗工作的开展,患者人数逐渐增加,工作人员受照水平可能会有所增加,因此,日常工作中应当不断强化放射防护的观念。控制外照射个人剂量的基本措施是屏蔽防护、距离防护和时间防护,医护人员在实际工作中应综合利用这 3 种措施,在 ¹²⁵I 粒子植入治疗整个操作过程中应尽量在铅屏风后操作,同时佩戴铅眼镜、铅手套、铅围脖以及穿铅防护服,同时应尽可能加大与粒子源的距离,减少接触时间。

参 考 文 献

- [1] 李士骏. 电离辐射剂量学. 北京: 原子能出版社, 1986: 82, 85, 123.
- [2] Horwitz EM, Frazier AJ, Martinez AA, et al. Excellent functional outcome in patients with squamous cell carcinoma of the base of tongue treated with external irradiation and interstitial iodine 125 boost. *Cancer*, 1996, 78: 948-957.
- [3] Koutrouvelis PG, Theodorescu D, Katz S, et al. Brachytherapy of prostate cancer after colectomy for colorectal cancer: pilot experience. *J Urol*, 2005, 173: 82-85.
- [4] 王俊杰, 黄毅, 冉维强, 等. ¹²⁵I 粒子植入治疗前列腺癌临床应用. *中华放射医学与防护杂志*, 2004, 24: 148-149.
- [5] 王荣福. 核医学. 北京: 北京大学医学出版社, 2003: 177.
- [6] 黄振国, 张雪哲, 王武, 等. CT 引导下 ¹²⁵I 粒子植入在治疗恶性肿瘤中的应用. *中华放射学杂志*, 2004, 38: 921-924.
- [7] 申文江. 前列腺粒子植入近距离治疗. *现代临床医学生物工程学杂志*, 2002, 8: 327-330.

(收稿日期: 2007-08-31)

(本文编辑: 何雅晖)