

## 放射性粒子植入治疗的放射防护进展

赵士义

中图分类号: R817 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2010)02-0252-02

放射性粒子植入治疗是近年发展起来的近距离治疗肿瘤的组织间三维立体定向的放射治疗方法<sup>[1]</sup>。它将一定规格的多个密封的放射源,通过植入器经植入针直接植入到肿瘤组织中,进行大剂量照射<sup>[2]</sup>,使肿瘤组织遭受最大程度的杀伤,而正常组织不损伤或仅有微小损伤的一种治疗方法。该方法应用越来越广泛,放射性粒子对放射工作人员与周围公众的辐射危害及其防护也越来越受到重视。对如何应对其中的辐射防护问题提出了新的课题。笔者就放射性粒子植入治疗的放射防护进展做一综述。

### 1 放射性粒子的特征及治疗特点

目前人工合成的同位素有 2 500 多种,其中半衰期在 10 d 到 100 年的有 300 余种,用于近距离治疗的同位素有 10 种<sup>[3]</sup>,最常用的是碘-125 和钇-103。碘-125 粒子是由吸附着碘-125 的一根银棒以及钛合金外壳组成,外形总长 4.5 mm,呈圆柱形,直径为 0.8 mm。半衰期 59.6 d,平均能量 27.4 keV,半价层 0.025 mm Pb 组织穿透能力 1.7 cm,初始剂量率一般为 0.077 Gy/h,释放 94% 剂量时间为 240 d。每枚粒子的活度多在  $2.96 \times 10^7$  Bq ~  $3.7 \times 10^7$  Bq 之间。钇-103 半衰期 16.79 d,平均能量 21 keV,半价层 0.008 mm Pb 组织穿透能力 1.6 cm,初始剂量率 0.18 ~ 0.20 Gy/h,释放 95% 剂量时间为 8 周。

放射性粒子近距离放疗是近年来发展起来的新技术,放射性粒子碘-125、钇-103 新型、低能、安全、易防护,超声和 CT 影像学技术的进展及计算机三维治疗计划系统的出现,使放射性粒子近距离放疗更显示出其极强的生命力。近距离放疗包括组织间插植和腔内治疗两种,组织间植入又根据植入时间分为暂短植入和永久植入两种<sup>[4]</sup>。暂短植入是指根据计划将放射性粒子植入到肿瘤,经过一定时间达到处方剂量后,将放射性粒子取出。暂短植入使用的放射性粒子主要为初始剂量率高的核素,如铱-192、钴-60 等。永久植入是指根据计划将放射性粒子植入到肿瘤部位,永远保留在体内,不再取出。永久植入使用的放射性粒子主要为初始剂量率低的核素,如碘-125、钇-103。

### 2 放射工作场所及放射工作人员

开展放射性粒子植入治疗项目时,从放射性粒子的采购、运输到实验室储存,再在实验室分装,专用小车运送专用防护容器到手术室,放射工作人员在手术中将放射性粒子植入患者体内,以及患者住院到出院、死亡患者尸体处理等一系列流程中所涉及的场所及人员是非常复杂的,既包括放射性粒子运输通道、同位素实验室、植入手术室、专用病房、接受治疗者家庭及尸体处理场所;又包括医生、护理人员、全程陪伴患者的家属以及周围的公众,还存在着潜在照射的危险性,因此加强各环节的管理应当是辐射防护所关注的重点。天津的医疗机构在开展此项目时有一整套工作流程<sup>[5]</sup>,降低了潜在照射的危险,有效地保障了医护人员与公众的健康和安全。

放射性粒子近距离放疗是多学科交叉和延伸的学科,需要

多学科共同合作开展临床治疗工作<sup>[6]</sup>。美国、日本等国家有相应法律和法规,严格规范这项工作。我国于 2007 年 4 月 1 日开始实施的 GBZ 120-2006《临床核医学放射卫生防护标准》、GBZ 178-2006《低能射线粒子源植入治疗的放射防护与质量控制检测规范》的国家职业卫生标准,也对开展此项工作的医疗机构提出了明确地防护要求。

### 3 辐射剂量

放射性粒子的辐射剂量以碘-125 为例,其活度在  $3.7 \times 10^7$  Bq 时单个粒子的剂量率为距离 0.5 m 时是  $135.50 \times 10^{-2}$   $\mu$ Gy/h,0.65 m 时是  $76.30 \times 10^{-2}$   $\mu$ Gy/h,0.80 m 时是  $48.80 \times 10^{-2}$   $\mu$ Gy/h,1.00 m 时是  $33.90 \times 10^{-2}$   $\mu$ Gy/h<sup>[7]</sup>。

放射性粒子碘-125 铅半值层厚度为 0.025 mm,在手术医师穿用 0.5 mm 厚的铅衣时,按照每天工作 8 h 全年工作 260 d 在放射性粒子活度为  $3.7 \times 10^7$  Bq 和  $1.85 \times 10^9$  Bq 时,手术操作医师在具备一定屏蔽防护的条件下,全年手术不超过 31 例时,操作中所受的年剂量在国家标准规定的年剂量限值内<sup>[5]</sup>。(GBZ 188-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准,规定平均年剂量限值不超过 20 mSv)。

患者在放射性粒子植入手术后需要家属陪伴,作为公众的陪伴家属不可避免地接受到照射,据中国原子能科学研究院堆工所的数据,患者植入的放射性粒子活度为  $1.85 \times 10^9$  Bq 时,按 44 天计算,家属与患者的距离 0.4 m 时,家属接受的剂量为 2.8 mSv,距离为 0.5 m 时,家属接受的剂量为 1.8 mSv,距离为 1.0 m 时,家属接受的剂量为 1.25 mSv,距离为 2.0 m 时,家属接受的剂量为 0.70 mSv。放射性粒子植入术后要测量患者体表不同距离的辐射剂量,在 2.4~6 个月随访过程中再用相同的方法测量  $\gamma$  射线剂量,随着距离的增大,时间的推移辐射剂量迅速减少,6 个月后体表 0.4 m 处测得的剂量已基本接近室内天然本底剂量<sup>[8]</sup>。因此,对放射性粒子对周围的辐射剂量的监测与采取有效的防护措施是非常必要的。

### 4 辐射防护监测

辐射防护监测的目的是有效的防护,减少放射工作人员和公众受照水平,体现辐射防护三原则。放射性粒子植入治疗术前,要测量室内天然本底  $\gamma$  射线剂量,植入后监测距离体表 0.15 m、0.30 m、0.50 m、1.00 m 处不同角度  $\gamma$  射线剂量。近距离治疗的剂量学特点主要是遵循平方反比定律,放射源周围的剂量分布与距离的平方反比下降。源表面剂量最高,随距离增加,放射剂量迅速减少,梯度落差陡峭,但逐渐减缓,如距源 1 ~ 2 m 之间剂量相差 4 倍,3 ~ 4 m 之间则为 1.8 倍。距源 2 ~ 4 m 剂量减少到 80% ~ 93%。曾自力提出为了安全,经皮穿刺的方式植入放射源时源距表皮的距离不得小于 5 mm<sup>[9]</sup>。卓水清报道在放射性粒子植入的术前、术中、术后严格采取必要的隔离防护、距离防护、时间防护及剂量监测等措施,放射性粒子植入治疗对医护人员、患者及周围公众是安全的。张继勉进行的辐射剂量调查表明,测试现场的碘-125 放射性粒子,最大操作活度为  $1.16 \times 10^9$  Bq,  $2.59 \times 10^7$  Bq 一次植入 45 粒。在手术医师穿用 0.25 mm 厚的铅衣时,测试结果为 0.37  $\mu$ Gy/h,按照每天工作 8 h 全年工作 260 d 核算成年辐射剂量为 0.75 mSv/a。

监测患者植入粒子距离身体表面 20 cm 处辐射剂量为  $0.43 \mu\text{Gy/h}$  表明放射性粒子对放射工作人员和周围公众所造成的辐射剂量在一定防护条件下是可以接受的。

### 5 辐射防护措施

在放射性粒子植入治疗过程中辐射防护措施对放射工作人员、家属的健康与安全极其重要。健全临床操作规范体系,制定术前、术中、术后的防护措施,加强患者的防护管理。目前我国已出台了相关防护标准及规范<sup>[10]</sup>,放射性治疗肿瘤的临床操作规范也正在起草。

5.1 术前防护措施 碘-125放射性粒子属于低比活度放射性物质<sup>[11]</sup>,运输时粒子应装入适当屏蔽厚度的铅罐内,放射性粒子源运输包装表面的剂量率必须小于国家规定的辐射剂量水平 ( $<5 \mu\text{Sv/h}$ )。保管时应装入铅罐内锁入保险箱,由专人保管。根据治疗正当化、最优化的原则,制定合理的治疗计划,包括粒子的选择、植入方式、粒子数量、总活度、模拟剂量及其分布<sup>[12]</sup>。准备防护用品如铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套、铅眼镜、长颈镊子。佩戴个人剂量计。

5.2 术中防护措施 正确使用防护用品,熟练操作<sup>[13]</sup>。在进行粒子植入时,使用长颈镊子取放粒子,粒子仓口朝地,尽量远离人体,植入粒子迅速。注意检测废弃的粒子,须将其放入放射性废物桶内,术后须用射线监测仪仔细检测工作台面及地面有无遗散的粒子,发现后及时处理,以免放射性污染。据马旺扣等<sup>[14]</sup>的监测,  $0.18 \sim 0.25 \text{mm}$  铅当量铅衣可屏蔽 90% ~ 99% 的碘-125放射性粒子的辐射剂量。术中按规范操作,防护措施得当,可以减少照射剂量。

5.3 术后防护措施 植入粒子源的患者床旁 1.5 m 处或单人病房应划为临时控制区,控制区内入口处应有电离辐射警示标志,其他无关人员不得入内<sup>[15]</sup>;植入粒子源的患者应使用专用便器或设有专用浴室和厕所;治疗期间房间不做清扫,除食物盘外,房内任何物品不得带出房间;病人出院后,陪护者和探视者与病人长时间接触时,距离至少应保持在 1 m 远处,儿童和孕妇不得与病人同住一个房间;如果住院病人死亡,放射治疗医师应从病人治疗部位取出粒子源,并监测病人躯体和房间。在清点粒子源前,不准移走任何纱布和绷带;尸体处理,按 GBZ120—2006 规定碘-125粒子植入后,尸体火化无需特殊防护处理的活度上限为 4000 MBq ( $100 \text{mCi}$ ),如果超过此活度上限,可采取相应的防护技术处理<sup>[16]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 申文江. 放射性粒子植入的现状和进展 [J]. 中国微创外科杂志, 2007, 2: 118—119.
- [2] 苑淑渝, 王道平, 戴光复, 等. 放射性<sup>125</sup>I 粒子源的剂量分布 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2006, 6: 607—608.
- [3] 陈永祥, 陈家华. 放射性粒子近距离治疗肿瘤研究进展 [J]. 河北医药, 2006, 11: 1 093—1 094.
- [4] 庄洪卿, 王俊杰. 放射性粒子组织间近距离治疗大肠癌 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2006, 3: 301—303.
- [5] 张继勉. 放射性粒子组织间永久插植放射治疗的辐射防护研究 [J]. 中国辐射卫生, 2006, 4: 407—411.
- [6] 王俊杰, 庄永志. 放射性粒子近距离治疗肿瘤 [J]. 中国微创外科杂志, 2001, 3: 187—191.
- [7] 候金兵, 郭文. 国防科工委放射性计量一级站检测报告结果 (放测字第 2000—D012 号) [R] 2000. 1.
- [8] 卓水清, 陈林, 张福君, 等. <sup>125</sup>I 放射性粒子植入后患者周围辐射剂量的监测 [J]. 癌症, 2007, 6: 666—668.
- [9] 曾自力. 放射性粒子源植入治疗的防护与安全 [J]. 中国辐射卫生, 2006, 15(3): 331.
- [10] 王俊杰, 田素青, 李金娜, 等. 放射性<sup>125</sup>I 粒子平面永久插植布源剂量分布研究 [J]. 中国微创外科杂志, 2005, 12: 1 061—1 062.
- [11] 王济东, 王俊杰, 赵勇, 等. <sup>125</sup>I 粒子持许低剂量率照射胰腺癌细胞株 PANC-1 相对生物效应的研究 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2008, 3: 252—255.
- [12] 罗素明, 朱卫国, 何志坚, 等. 放射性<sup>125</sup>I 粒子源空气比释动能强度测量 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2008, 3: 192—193.
- [13] 杨祚璋, 许建波, 马世兴, 等. 脊柱转移经皮椎体成形术联合<sup>125</sup>I 粒子植入治疗 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2006, 2: 178—179.
- [14] 马旺扣, 许运龙, 山常起, 等. <sup>125</sup>I 粒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, 1: 52—53.
- [15] GBZ178—2006 低能射线粒子源植入治疗的放射防护与质量控制检测规范 [S].
- [16] GBZ120—2006 临床核医学放射卫生防护标准 [S].

(收稿日期: 2009—11—18)

## 【工作报告】

# 肋骨骨折的影像学诊断和检查技巧

张万凯

中图分类号: R814 文献标识码: D

典型的肋骨骨折诊断不难,但因胸部解剖结构的复杂性,诸如肺部血管、纵隔阴影、侧胸壁肋骨走行的重叠,都会给肋骨骨折的诊断带来难度。日常工作中经常会遇到,受伤当时照片未发现肋骨骨折,一段时间后复查则见有骨折;刚受伤时检查诊断为 1 根肋骨骨折,1 月后复查照片却有多根骨折。尤其是法医学对肋骨骨折的诊断要求更高,有时误诊或漏诊 1 根骨折,将对当事人的伤情判定影响甚大。(目前公安法医伤情鉴定标准仍规定,1 根肋骨的线形骨折不构成轻伤;2 根骨折就可定为轻伤,且伤害人除了民事赔偿外,还要负刑事责任)。因此,影像工作者就必须尽最大努力地提高自己对肋骨骨折的诊断水平和检查技能,最大限度地提供准确的诊断依据,协助公安法医做出公正的伤情判定。根据多年来的医疗实践,自己在作者单位:焦作市第 91 医院 河南 焦作 454003

诊断肋骨骨折和检查方法方面积累了一些经验和体会,以供同道们参考。

### 1 骨折类型

1.1 单纯和无明显移位的肋骨骨折 一般不需特殊处理;但要注意是否有并发症,如气胸、血胸、液气胸、肺挫伤、皮下及纵隔气肿等。如为粉碎性和移位明显的骨折更要高度重视,并建议临床医师采取相应的措施。

1.2 多发肋骨骨折 肋骨的多发骨折并不少见,因而当发现有 1 根骨折时要仔细观察邻近的肋骨情况以及受到外力撞击的肋骨,或者定期复查以除外多发。

1.3 外伤性与病理性骨折 外伤性与病理性骨折的区别是,除有否明确的外伤史外,病理性骨折的骨折线较模糊,骨折邻