

临床核医学治疗中<sup>131</sup>I所致辐射剂量的研究

赵海敏, 杨金兰, 张桂清

中图分类号: R817 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)04-0487-02

【摘要】目的 研究临床核医学治疗中<sup>131</sup>I所致的辐射剂量, 更好的贯彻辐射防护最优化。方法 随机选择接受<sup>131</sup>I治疗的甲状腺癌术后患者 40例, 分别选取患者服用<sup>131</sup>I后 24h、48h、72h、96h和 120h距离受检者的颈部前面 1.0m处; 收集 9名医护人员的热释光剂量元件的测定结果。结果 30例患者服用<sup>131</sup>I活度为 $(482.6 \pm 51.8) \text{MBq}$ , 有效剂量为 $(61.24 \pm 0.99) \text{mSv}$ ; 数据拟和后分别为指数曲线; 医护人员 TLD的年累积剂量均小于相应的年剂量限值。结论 从医疗照射最优化的角度合理应用屏蔽防护、时间防护及距离防护, 减少服用<sup>131</sup>I后的患者对其他人员的辐射是切实可行的; 核医学工作人员是安全的。

【关键词】碘-131; 核医学治疗; 辐射剂量

目前, 国内外核医学工作者逐渐认同诊断治疗协同发展的思路, 同位素治疗正呈现加快发展的趋势,<sup>131</sup>I在同位素治疗学上占有极其重要的地位,<sup>131</sup>I衰变时可发射 $\gamma$ 射线和 $\beta$ 射线, 但起治疗作用的 $\beta$ 射线占 99%, 其中主要两组 $\beta$ 射线的最大能量分别为 0.605MeV和 0.333MeV。治疗剂量的<sup>131</sup>I不仅射线能量高而且活度大, 因此<sup>131</sup>I所致的辐射剂量已成为核医学工作者普遍关心的问题。

## 1 临床资料

1.1 患者资料 2009年 3月~2010年 4月间在聊城市人民医院核医学科中随机选取接受<sup>131</sup>I治疗的甲状腺癌术后患者 40人, 男性 12人, 女性 18人, 年龄 $(33.6 \pm 11.3)$ 岁, 体重 $(52.0 \pm 10.2) \text{kg}$ , 住院天数为 6~10d, 患者 $\text{WBC} > 3.0 \times 10^9/\text{L}$ , 记录每例患者服用<sup>131</sup>I的活度。该科有医师 4人, 护士 5人。

1.2 受检者内照射的计算方法 根据成人内照射辐射吸收剂量估算值, 口服<sup>131</sup>I全身内照射辐射吸收剂量为 $0.47 \text{rad/mCi}$ ;  $1 \text{rad/mCi} = 0.27 \text{mGy/MBq}$ 。

1.3 受检者外照射的测量方法 用<sup>451</sup>P-DE-S型电离室巡测仪进行现场读数, 分别选取患者服用<sup>131</sup>I后 24h、48h、72h、96h和 120h距离受检者的颈部前面 1.0m处。

1.4 职业照射的测量方法 对工作人员采用 TLD(热释光个人剂量计)和 FJ-377型热释光剂量读出器读数, 该仪器经中国计量科学院进行检定, 在 95%的可信区间, 不确定度为 6.4%, TLD的佩戴部位分别在医师、护士左胸前衣袋处各一个, 换工作人员不换 TLD, 计算 1年的累积剂量。

1.5 统计学处理 Microsoft Office Excel 2003 进行数据处理, SPSS 进行单样本的 $t$ 检验和直线相关检验。

## 2 结果

2.1 患者的有效剂量 30例患者服用<sup>131</sup>I的活度为 $(482.6 \pm 51.8) \text{MBq}$ , 有效剂量为 $(61.24 \pm 0.99) \text{mSv}$ ; 与职业照射的年剂量限值 $20 \text{mSv}$ 进行 $t$ 检验,  $t = -65$ ,  $P < 0.001$ ; 与公众照射的年剂量限值 $1 \text{mSv}$ 进行 $t$ 检验,  $t = 40$ ,  $P < 0.001$ 。所以按 $\alpha = 0.001$ 水准, 有统计学意义, 可认为服用<sup>131</sup>I治疗的患者的有效剂量大于公众照射的年剂量限值, 低于职业照射的年剂量限值。

2.2 患者外照射的辐射剂量 服用<sup>131</sup>I后的患者作为一个活动的放射源, 对一定距离内陪护人员和医护工作者造成一定的辐射, 对 30例受检者在各个时间点和距离点的剂量率求得平均值, 由散点图、添加趋势线得出剂量率与时间的三条拟合曲线(距离受检者 1.0m处剂量率与时间的拟合曲线见图 1)均符合乘幂曲线,  $R^2 = 0.967$ 。根据剂量率与时间符合指数曲线, 分别进行数据转换, 进行直线回归分析, 剂量率与时间的皮尔逊相关系数(Pearson Correlation Coefficients)是 $-0.994$ ,  $P < 0.05$ , 相关性较好, 呈负相关。

2.3 工作人员的辐射剂量 医师工作一年所受的辐射剂量为 $0.972 \text{mSv}$ , 护士一年所受的辐射剂量为 $1.492 \text{mSv}$ 。

## 3 讨论

核医学辐射的特点是<sup>[3]</sup>: ①对病人主要是内照射(internal irradiation, 即放射性核素进入人体内产生的照射); 对医务人员主要是外照射(external irradiation, 即放射性核素从人体外发射的射线对人体产生的照射), 也可能产生内照射。②由于放射性药物在体内的特殊分布, 组织器官剂量差异大, 个别器官、组织受照剂量高。过去, 核医学科面临的主要问题是<sup>99m</sup>Tc显像

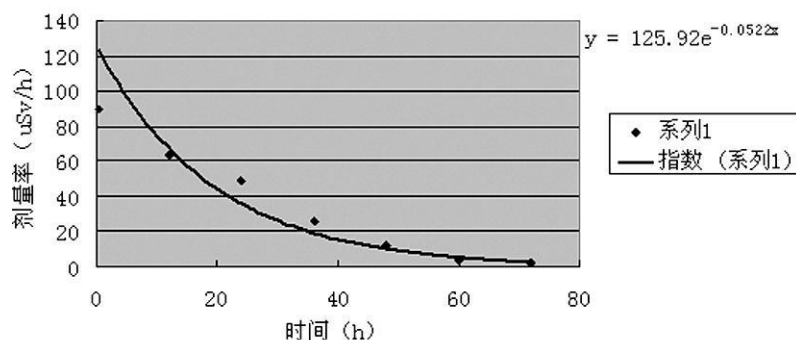


图 1 距离受检者 1.0m处剂量率与时间的拟合曲线

核素的防护<sup>[3]</sup>, 应用的同位素活度和射线能量都比较低。而同

位素治疗病房的工作人员接触的主要是<sup>131</sup>I等高能、高活度的放射性核素, 外照射防护和剂量监测也成为科室放射防护管理的重要内容。本研究选择的病例均是甲状腺癌术后患者, 服用

# <sup>131</sup>I Iodogen标记法实验中放射安全性的研究

张 迎, 綦俊辉, 袁胜利, 姜鹏飞

中图分类号: R817 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2010)04-0488-02

【摘要】 目的 评价<sup>131</sup>I Iodogen标记法实验中操作者的安全性。方法 运用 Iodogen法对 Herceptin进行<sup>131</sup>I 标记, 记录实验操作时间。测量实验条件下, 离放射源不同距离处的剂量率及操作者各要害器官的辐射剂量。结果 实验全过程用时 135 min。药物在 Iodogen管中的反应时间为 15 min。在 Sephadex柱中淋洗的总时间为 96 min。各管淋洗液放射性计数的测量时间为 24 min。在放射性最大的时间段内, 距离 Sephadex柱 0 m、5 m、36 m、238 m 的剂量率分别为 140、85、40、0.52 μSv/h。经防护后实验者眼晶体、颈部、躯干所受当量剂量分别为 12.99、0.68、0.6 μSv/h。双手操作范围内当量剂量范围为 140~129 μSv/h。结论 在实验过程中, 采取严格防护措施, <sup>131</sup>I 对实验者的辐射剂量在规定范围内, 该实验过程安全。

【关键词】 <sup>131</sup>I Iodogen; 辐射防护;

放射免疫治疗是将放射性核素与肿瘤特异或相关抗原的单克隆抗体相连接, 形成抗肿瘤免疫耦连物来治疗肿瘤的新方法。<sup>131</sup>I 主要发射 β 线和 γ 线, 因其适合的半衰期和组织穿透力成为放射免疫治疗中最常用的核素。<sup>131</sup>I-Herceptin 作为一种靶向治疗 HER2 高表达肿瘤的放射免疫性药物, 对荷瘤裸鼠肿瘤模型具有明显的肿瘤抑制作用, 具有良好的临床应用前景<sup>[1]</sup>。在研究中, 放射性防护是研究者需要注意的问题。笔者运用 Iodogen 法以<sup>131</sup>I 标记单克隆抗体 Herceptin 在过程中进行通过测量<sup>131</sup>I 对操作者的辐射剂量, 评价操作者的安全性。

## 1 材料与与方法

1.1 实验材料和器材 0.1 mol/L PB 液及 0.05 mol/L PB 液于青岛大学医学院附属医院中心实验室制备。Sephadex G25 柱购自北京韦氏博慧生物科技有限公司。Iodogen 为 Sigma 产品。RadPro 多功能辐射探测仪购自德国 GAMMA SCOUT 公司。HH6008 型甲状腺功能仪购自北京核海高技术有限公司。辐射

防护铅胶衣, 以下简称铅衣(0.5 mm 铅当量)、放射性防护头套(0.3 mm 铅当量)、放射性防护铅手套, 购自山东济南浩达辐射防护器材有限公司。<sup>131</sup>I 及核医学实验室由青岛大学医学院附属医院核医学科提供。

1.2 实验方法 实验全过程实验者均带口罩、穿铅衣、戴防护头套、防护颈套、铅手套, 并于铅手套外戴一次性乳胶手套。实验在核医学科专用实验室操作台内完成, 操作台由铅玻璃及铅砖进行屏蔽防护。

1.2.1 运用 Iodogen 法 以<sup>131</sup>I 标记单克隆抗体 Herceptin 将 Herceptin 加入 Iodogen 管; ② 专职人员取出  $7.4 \times 10^7$  Bq (2 mCi) <sup>131</sup>I 加入含有 Herceptin 的 Iodogen 管; ③ 间断震荡 Iodogen 管 3 次, 每次震荡 30 s, 反应时间为 15 min; ④ 加入 0.1 mol/L PB 液终止反应, 将反应好的药物加入已处理好的 Sephadex 柱, 并以 0.05 mol/L PB 液淋洗。收集淋洗液于 1.5 ml EP 管, 每管 0.4 ml, 4 d/min 至淋洗液放射性计数接近本底。将装有淋洗液的 EP 管按顺序装入铅罐中。⑤ 在甲功仪上测量 EP 管中淋洗液的放射性计数, 每管计数 30 s。

1.2.2 测量方法 ① 实验前测量实验室本底。② 所有药物均处于铅罐内时, 测量铅罐外的剂量率。③ 所有药物均加入试验操作台 Sephadex 柱内进行操作时, 测量 Sephadex 柱不同距离处的剂量率。测量操作者各要害器官(眼睛、颈部、肩部、胸部)防护屏障内外的辐射剂量。

作者单位: 1 青岛大学医学院附属医院肿瘤科, 山东 青岛 266000 2 青岛大学医学院附属医院介入科  
作者简介: 张迎(1983), 女, 江苏徐州人, 在读研究生, 研究方向为肿瘤的放射治疗及放射免疫治疗。  
通信作者: 袁胜利

的<sup>131</sup>I 剂量加大, 有放射性药物主要聚集在残余甲状腺组织及转移灶内, 因此患者的全身受照剂量较小。国内核医学工作者已开始重视接受同位素治疗患者入院后的规范管理, 核医学病房的防护措施有多个方面, 包括内照射及外照射防护措施, 例如, 安装床旁专用防护屏和射线防护门、患者固液体排泄物的吸附和沉积、病房内通风换气装置以及配套的工作规程等。前者主要是减少通过口、皮肤、呼吸道进入人体, 一般是采取勤洗手、不在污染区进食吸烟、加强空气交换、减少病房内不必要的停留时间等。在核医学治疗方面<sup>131</sup>I 作为经典的内照射治疗核素, 对患者的疗效及安全性, 已得到证实, 但是对于相关的医护人员的外照射防护应该得到重视。根据 ICRP 规定, 在患者服用  $> 1.11 \times 10^9$  Bq (30 mCi) 或其辐射剂量率在 1 m 处  $> 50 \mu$ Sv/h 的情况下, 应在特殊的病房隔离<sup>[4]</sup>。本研究的结果显示, 患者有效剂量为  $(61.24 \pm 0.99)$  mSv, 明显低于甲状腺(头部 CT)的剂量 195.18 mSv<sup>[5]</sup>, 监测表明服药时间  $\geq 72$  h 后, 在无屏蔽下距患者体表 1 m 处的剂量率均在  $2.5 \mu$ Sv/h 以下。故对此类患者无须防护, 工作人员与患者之间只需距离 1 m 以上即可。临床实际工作中既要强调患者的疗效及医疗安全, 还必须能够保证工作人员的职业防护。因此, 合理安排工作与防护之间的关系是关键的问题。

题。服药前医生应尽可能详细的把服药后的一些注意事项及可能出现的不良反应告诉病人, 适当加大查房间隔, 缩短床旁停留时间, 以便在服药后少接触病人, 减少不必要的照射; 而护理人员的辐射防护则更为重要, 她们的日常工作如计数呼吸心率、发放药物、整理病床及基本护理等无法避免, 除了要求动作熟练外还应当穿戴必要的防护用具, 对接触辐射的工作安排不同人员交替进行。但随着核素治疗病房工作的开展, 患者人数逐渐增加, 工作人员的受照射剂量可能会有所增加, 日常工作中应当不断强化放射性防护的观念。

## 参考文献:

- [1] 谭天秩. 临床核医学[M]. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 9.
- [2] GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
- [3] 李少林, 王荣福. 核医学[M]. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 33.
- [4] 谭海波, 张荣银, 刘轶. 核医学科病房的建设与管理[J]. 中华核医学杂志, 2004, 24(2): 124.

(收稿日期: 2010-08-02)