

PET受检者出院后对公众照射剂量的估算与评价

黄海潮^{1,2}, 魏伟奇², 翁振乾², 黄丽华², 吴德龙², 肖德涛¹

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)02-0175-02

【摘要】 目的 为 PET受检者出院后的辐射防护提供参考数据。方法 用辐射剂量仪分别测量 20例 PET受检者出院时的空气吸收剂量率, 采用 Monte Carlo法估算不同公众人群的有效剂量。结果 注射¹⁸F的患者出院时其体表不同距离的空气吸收剂量率分别为: 体表: 124.0~314.9 μGy/h, 0.3m: 59.0~113.5 μGy/h, 0.5m: 35.3~68.1 μGy/h, 1m: 15.6~22.7 μGy/h, 1.5m: 7.2~10.9 μGy/h。经估算, 出院患者对不同公众照射后的有效剂量分别为: 配偶或伴侣 0.15~0.29 mSv, 成人家属 0.040~0.059 mSv, 工作同事 0.039~0.057 mSv, 同车乘客 0.11~0.20 mSv。结论 单个 PET受检者出院后对不同的公众成员所造成的照射剂量均未超过国家辐射安全标准关于公众个人年剂量限值。

【关键词】 PET有效剂量; ¹⁸F

多功能射线计算机扫描断层仪 (PET/CT) 是功能代谢 CT 的缩写, 它是由正电子发射计算机断层仪 (PET) 和 X射线计算机辅助断层仪 (CT) 的有机结合体。其原理是利用放射性核素示踪技术, 反映脏器的功能、血流和代谢变化, 可早期发现疾病, 其在临床上的使用越来越广泛。但注射含¹⁸F的放射性药物的 PET受检者出院后成为移动辐射源, 对周围发出外照射, 他人与受检者接触时将受到外照射而产生辐射危害, 因此对周围公众、医务人员和环境影响较大。特别是患者出院后直接面对没有防护措施的公众人群, 其防护问题已引起广泛关注。为评估 PET受检者出院后对包括其家庭成员在内的公众所造成的照射, 笔者依据与受检者接触的方式、时间和距离的不同, 估算了不同的公众人群如配偶或伴侣、成人家属、同车乘客、工作同事的有效剂量, 以期放射防护提供客观依据。

1 患者体外照射剂量率测量仪器与方法^[1,2]

1.1 外照射剂量检测仪器 450P-DE-S型 Xγ辐射剂量仪 (探测下限为 0.01 μGy·h⁻¹, 由华东国家计量测试中心上海市计量测试技术研究院检定, 检定证书编号 2006H00-20-012436号。)

1.2 样本分布及给药活度 共检测 20例, 其中男、女各 10例, 年龄分布为 28~75岁, 体重区间为 52 kg~82 kg, 身高区间为 1.53 m~1.75 m, 注射放射性药物活度的区间为 288.6 MBq (7.8 mCi)~421.8 MBq (11.4 mCi)。

1.3 患者外照射测量方法 单独一间测量室, 面积为 8.2 m²。室内无其他外照射源和表面污染。每次只进入一名患者进行测量。患者的准备和体位: 患者进入测量室, 采取站立姿势, 挺胸抬头, 双目平视前方, 双手自然下垂。测量时, 首先将放射性辐射剂量仪开机预热 15 min 后, 双手握持剂量仪使探测器端面与患者冠状面平行, 将探测器置于患者躯干部的前正中线不同距离处。然后开始测量, 取最大值作为结果并记录。

2 公众有效剂量估算

2.1 估算对象 估算对象是与出院的 PET受检者接触后, 没有采取防护措施的公众人群。依据与患者接触的方式、时间和距离的不同, 我们将公众人群分为配偶或伴侣、成人家属、同车乘客、工作同事。

2.2 剂量估算方法^[3,4] 公众人群的受照剂量采用 Monte Carlo

法^[4]估算, 其基本公式是: 吸收剂量 = 空气吸收剂量率 × 接触时间。其具体方法是: 首先了解某次接触的距离和在这种距离下的接触时间, 并测量得出此距离下的空气吸收剂量率; 然后用空气吸收剂量率乘以接触时间的乘积就是这一距离下此次接触的个人受照剂量。

假设患者出院后体外空气吸收剂量率随体内¹⁸F核素的衰变而降低, 即与体内¹⁸F放射性活度成正比, 若已知出院初始剂量当量率为 H_0 , 则根据设定的模式如接触距离、时间等参数, 与受检者接触的某一公众个体所受照射的有效剂量为 H 可由公式 (1) 计算得出。

$$H = \int_0^t H_0 \cdot e^{-\lambda t} dt = \frac{H_0(1 - e^{-\lambda t})}{\lambda} \quad (1)$$

式中: H_0 为患者出院时某点的吸收剂量率, Sv/h; t 为不同人群受照时间, h; λ 为¹⁸F衰变常数。

因为¹⁸F为短寿命核素, 其有效半衰期约等于其物理半衰期, 根据香港卫生署放射卫生处提供的放射核素安全数据表,¹⁸F有效半衰期和物理半衰期均为 109 min, 即¹⁸F生理排泄对有效半衰期的影响较小, 可不予考虑。

根据公式, 公众个体所受的有效剂量随时间变化关系图如图 1 所示。

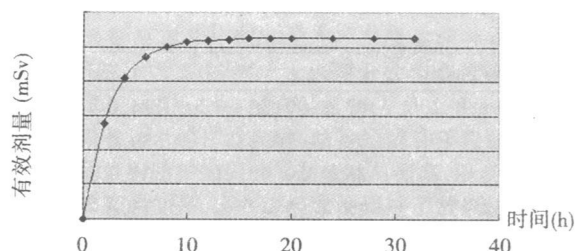


图 1 患者出院后公众受照的有效剂量曲线图

2.3 接触模式 配偶或伴侣、成人家属、工作同事等不同群体的公众人群在没有采取防护措施, 与患者自由接触的情况下, 不同群体公众人群的接触距离、时间和频次都不同, 为了计算的简单和方便, 我们将接触进行一定的理想化, 即假设公众人群与患者每次的接触距离和接触时间是固定不变的, 两次接触的间隔时间相同。从图 1 公众所受的有效剂量随时间变化关系图可知, 公众所受的有效剂量在 12 h 后基本达最大值, 因此接触时间最长按 12 h 计算, 短于 12 h 的按实际接触时间计算。根据现有的研究结果^[5], 不同群体中公众个体的接触模式如下:

配偶或伴侣与患者睡觉的距离为 0.3 m, 接触时间为 12 h, 家属与患者接触的距离一般为 1 m, 接触时间为 12 h, 工作同

作者单位: 1 南华大学核科学技术学院 湖南 衡阳 421004

2 福建省职业病与化学中毒预防控制中心, 350001

作者简介: 黄海潮, 男, 主管技师, 从事放射卫生监督管理工作。

通讯作者: 肖德涛教授

放射治疗工作人员个人剂量监测结果与分析

李 军, 张西志, 许翠珍, 葛和平

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)01-0176-02

【摘要】 目的 了解放射治疗工作人员的个人受照剂量水平, 建立个人剂量档案, 为进一步保护放射治疗工作人员的健康和放射治疗单位的利益。方法 依照《放射工作人员个人剂量监测方法》采用热释光剂量方法进行监测。结果 分别统计近十年来放射治疗工作人员的个人剂量结果, 比较不同工种的放射治疗工作人员的个人剂量结果, 各月份人均月平均剂量水平随各月总照射野数的变化情况, 以及操作不同放射治疗设备的技术员的个人剂量监测结果。结论 所有放射治疗工作人员的人均年剂量当量均小于 5mSv 并呈逐年下降的趋势, 另外人均月剂量水平随各月总照射野数大致呈正比关系, 整个放射治疗工作条件和环境符合辐射安全要求, 可以确保放射治疗工作人员的健康与安全。

【关键词】 放射治疗; 工作人员; 剂量; 监测

从事放射治疗的工作人员, 特别是参与外照射的工作人员, 所受到的职业性照射主要有两部分来源^[1]。一是由治疗射线束及其散射线(包括可能产生的电子辐射)透过防护墙(包括屏蔽门)给予的照射; 二是经高能 X(γ)射线照射后而产生的感生放射性核素, 在工作人员进入治疗室操作如摆位、测量及维修等时给予的照射。因此对放射治疗工作人员进行个人剂量监测是放射工作场所中的重要防护措施之一, 可以起到

作者单位: 1 江苏省苏北人民医院, 江苏 扬州 225001; 2 江苏省疾病预防控制中心
作者简介: 李军(1975~), 男, 硕士在读, 从事临床放射物理与放射防护工作。

事中与患者接触的距离为 1m, 每天工作时间为 8h, 同车邻座乘客的接触模式与以上公众人群不同, 其接触是一次性的, 接触距离为 0.3m, 接触时间为共同乘车时间, 根据医院的统计, 省内患者回家最大同车时间约 3h。

3 结果

20例注射¹⁸F患者出院时距体表不同距离处的空气吸收剂量率测量结果列于表 1。

表 1 20例注射¹⁸F患者出院时不同距离的空气吸收剂量率(μGy/h)

距体表距离(m)	$\bar{x} \pm s$	范围
表面	187.8 ± 71.0	124.0 ~ 314.9
0.3	79.6 ± 20.3	59.0 ~ 113.5
0.5	46.0 ± 9.9	35.3 ~ 68.1
1.0	18.4 ± 2.4	15.6 ~ 22.7
1.5	9.4 ± 1.3	7.2 ~ 10.9

根据表 2 所列的检测结果, 注射¹⁸F患者出院后对公众人群照射后产生的有效剂量计算结果如表 2 所示。

表 2 不同公众人群所受到的有效剂量(mSv)

公众人群	均值	范围
配偶或伴侣	0.21	0.15 ~ 0.29
成人家属	0.047	0.040 ~ 0.059
工作同事	0.046	0.039 ~ 0.057
同车乘客	0.14	0.11 ~ 0.20

4 讨论

国际放射防护委员会(ICRP)第 60 号出版物建议公众个人的年有效剂量限值应小于 1mSv。我国现行的《电离辐射防护

预防, 限制工作人员的受照剂量等作用。

由于个人剂量计具有便于携带, 剂量范围宽, 组织等效性、线性和能量相应好, 测定值与剂量率和辐射的入射方向无关, 以及成本低等优点^[2]。LF-TLD 作为光子和电子累积剂量测量器件基本上能够满足这些要求, 因此在放射工作场所中得到广泛的应用。它能够比较客观的表示放射工作人员的辐射剂量水平, 并对防护工作, 放射性职业病诊断等提供科学依据, 并以此指导和保证放射工作有序的进行。

我科全体工作人员于 1990 年起接受江苏省疾病预防控制中心组织的连续监测, 并建立起个人剂量档案, 现对 1997 年到 2006 年这十年间的监测结果进行分析。

与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)也等效采用 1mSv 作为公众人群的年有效剂量限值。

依据上述结果, 在无防护措施、自由接触的情况下, 一个注射¹⁸F 的 PET 受检者出院后对配偶或伴侣、成人家属、工作同事及同车乘客等公众成员所造成的有效剂量当量均未超过 1mSv 这个限值。但我们也应该注意到, 随着医疗水平的提高, 采用放射性核素诊断或治疗的患者越来越多, 生活在社会中的公众成员不仅仅受到一个 PET 受检者的照射, 所以, 由医疗活动所造成的公众人群的年有效剂量随之增多, 尤其值得注意的是其对患者家中的妇女、儿童的照射。因此, 为减少不必要的照射, 公众应尽可能采取时间、距离防护, 减少或使用放射性核素的患者的接触, 以减少公众所受的照射剂量。同时, 有必要对其它医疗活动对公众造成的剂量负担进行深入的研究, 掌握其所受的总的剂量, 并在科学评估的基础上, 寻找可行的防护对策。

参考文献:

[1] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 [S].
[2] GBZ120-2000 临床核医学卫生防护标准 [S].
[3] 陆克义, 李险峰. 甲状腺疾病患者¹³¹I 治疗后对他人的辐射危害评价 [J]. 国外医学. 放射医学核医学分册, 2004, 28(5)期.
[4] MOUNTFORD P J, O'DOHERT M J, FORGE N I, et al. Estimation of close contact doses to young infants from surface dose rates on radioactive adults [J]. Nuclear Medicine Communication 1987; 8: 857-863.
[5] BECKERS C. Regulations and policies on radioiodine 131I therapy in Europe [J]. Thyroid 1997; 7: 221-224.

(收稿日期: 2007-11-28)