

·临床核医学·

Graves'病患者¹³¹I治疗后对其周围人群辐射当量剂量的评估

陆克义 李险峰 段炼 张承刚 刘建中 曹润林 李思进

【摘要】目的 通过对用¹³¹I治疗Graves'病后患者当量剂量值的计算,评价该患者对周围人群可能产生的辐射危害。**方法** 对¹³¹I治疗的Graves'病患者进行实际测量和随访,完成每日的实际测量及接触周围人群情况,获取甲状腺摄¹³¹I百分数、¹³¹I投入的总剂量、周围人群与患者限制情况、实际测量当量剂量率及周围人群确切接触时间等参数,将实际测量累积法测得的当量剂量值与公式法计算结果比较。**结果** 经¹³¹I治疗后,所有Graves'病患者对周围人群的当量剂量值均在正常范围内,实际测量累积法较单一公式法高($t=3.953, P<0.001$);周围成人与患者接触时间 ≤ 6 d时,实际测量累积法较高($t=3.894, P<0.001$);而对与患者接触时间 >6 d的周围成人和限制条件下的周围儿童,实际测量累积法与公式法无明显差异($t_1=0.910, t_2=1.705, P>0.05$)。**结论** ¹³¹I治疗Graves'病患者对周围人群是安全的,实际测量累积法计算的当量剂量值更实际。

【关键词】 碘放射性同位素;放射疗法;格雷夫斯病;辐射剂量

【中图分类号】 R144.1, R817.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-4114(2006)06-0347-03

Evaluation of the dose equivalent from patients with Graves' disease after ¹³¹I therapy

LU Ke-yi¹, LI Xian-feng¹, DUAN Lian¹, ZHANG Cheng-gang¹, LIU Jian-zhong¹, CAO Run-lin², Li Si-jin¹

(1. Department of Nuclear Medicine, the First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China.; 2. Department of Nuclear Medicine, the Chief Hospital of Taiyuan Steel Company, Taiyuan 030003, China)

【Abstract】Objective By calculating the dose equivalent to patients with Graves' disease by ¹³¹I therapy, to evaluate the radiation safety of the individuals around the patients. **Methods** All patients had been achieved the practical measure and follow-up, there attained the percentage of thyroid ¹³¹I uptake, the ¹³¹I dose, the duration of constrained social activity, and practical measure the effective dose equivalent rate and contact exact time with others, and compared the exposure dose to the individuals with the simplistic formula and practical measure accumulating dose calculating methods. **Results** For all patients with Graves' disease, the exposure doses to the individuals were not likely to exceed normal, Practical measure accumulating doses is higher than the simplistic formula calculating ones ($t=3.953, P<0.001$). When the adults' contact restricted time with the patients not exceed 6 days, practical measure accumulating calculating doses is higher ($t=3.894, P<0.001$), but exceed 6 days and enfant (commonly restricted), there were no difference between the simplistic formula calculating doses and practical measure accumulating calculating ones ($t_1=0.910, t_2=1.705, P>0.05$). **Conclusions** All patients with ¹³¹I therapy were safety to the individuals surrounding to the patients, practical measure accumulating doses is better and more practical.

【Key words】 Iodine radioisotopes; Radiotherapy; Graves' disease; Radiation dosage

作者单位: 1. 030001 太原, 山西医科大学第一医院核医学科(陆克义、李险峰、张承刚、刘建中、李思进; 段炼现在山西省长治医学院附属和平医院核医学科); 2. 030003, 太原钢铁(集团)有限公司总医院核医学科(曹润林)

通讯作者: 李险峰(E-mail: Lixianfeng-lxf@263.net)

对于Graves'病,应用¹³¹I治疗同抗甲状腺药物及外科手术并列为三大治疗手段之一,美国自1995年以来已将¹³¹I作为治疗Graves'病的首选方法^[1]。但是,由于¹³¹I特有的物理性能,被甲状腺

滤泡上皮细胞摄取后,主要通过发射 β 射线达到治疗的目的。同时, ^{131}I 也释放不同能级的 γ 射线,具有很强的电离辐射作用,穿透性强,仅少部分作用于靶细胞及相邻组织,大部分却透过人体作用于周围环境和人群。因此,服用了 ^{131}I 的患者便成为一种特殊的“辐射源”,周围人群,尤其是陪侍的亲属或前往探视者及其他个体,将不可避免地接受此辐射。本研究旨在评价 ^{131}I 治疗 Graves' 病后患者对周围人群可能产生的辐射危害。

1 资料与方法

1.1 临床资料

对本科室 2004 年 3 月~2005 年 1 月间服用 ^{131}I 治疗的 Graves' 病患者进行了实际测量和随访调查,完成 37 例 Graves' 病患者(住院患者 13 例,门诊患者 24 例)每日的实际测量及具体接触周围人群情况,另有 37 例患者接触的成人 37 人(年龄 16~68 岁,平均 40 岁)、接触的儿童 8 人(年龄 1~3 岁,平均 2 岁)。

^{131}I 治疗患者随访调查表主要包括:患者一般情况调查、病情及治疗方案、身体状况及既往史、 ^{131}I 治疗后情况和实测结果,获取患者甲状腺 24 h 摄 ^{131}I 百分数(U)、甲状腺大小(g)、投入 ^{131}I 总活度(MBq)、服药后可能对周围人群产生的当量剂量值(mSv);还包括服用 ^{131}I 治疗后的具体情况,如服用 ^{131}I 后 8 h 内有无陪侍人或探视者及陪侍时间、每日有无陪侍人或探视者(是成人、老人还是儿童)及其具体陪侍或接触时间、独自开车回家或乘坐公交车(或出租车)、独床就寝或与配偶及小孩等共寝、治疗后是否继续工作等情况;治疗即时和连续两周不间断的实际测量情况、周围成人及儿童的每日具体接触或陪侍时间等参数。

我国政府颁布实施的 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[3]中明确规定:对于服用核素治疗的患者,如果其周围的个体所接受的当量剂量经估算可能小于 5 mSv,那么该患者则允许解除隔离。根据以上标准,对 37 例获得实际测量的 Graves' 病患者采用单一公式法和实际测量累积法分别计算其接触周围人群当量剂量值,按其接触周围人群的年龄,把资料分为成人组和儿童组;因成人组中患者与其限制时间条件的不同,结合 ^{131}I 在体内生物排泄情况,又把成人组资料分为两

组,分别为 A 组(≤ 6 d)20 例和 B 组(> 6 d)17 例。

1.2 方法

1.2.1 单一公式法

根据患者服用 ^{131}I 治疗后的具体参数,参照李险峰等^[2]提出的下列公式计算患者周围人群接受的当量剂量值(E):

$$E=Q[OF_p(0.0173)+OF_c(0.537)U(1-e^{-0.095C})+0.023(1-U)(1-e^{-2.08C})+OF_{uc}(0.537)Ue^{-0.095C}+0.0236(1-U)e^{-2.08C}] \quad (1)$$

式中, E 为 ^{131}I 治疗患者周围人群接受的当量剂量值(mSv), Q 为投入 ^{131}I 的总活度(MBq), C 为患者服用 ^{131}I 治疗后限制社会交往的时间(1 d~数周不等,对住院及有条件进行有效隔离的患者按实际日数计算,对门诊治疗患者通常按 2 d 计算), U 为患者的甲状腺组织的 24 h 摄取 ^{131}I 百分数, OF_p 、 OF_c 、 OF_{uc} 分别为服用 ^{131}I 之后 3 个时间段的居留分数(occupancy factor, OF),即平衡前期(preequilibrium period, P,指服药后最初 8 h)、社会活动限制期(constrained period, C)以及随后的非限制期(unconstrained period, UC)。

OF 值是某个体与服用 ^{131}I 患者接触时间的分值,距离为周围 1 m 的范围。OF 值应依据患者服药后的具体生活状态来确定,对于不同患者及其不同时间段的 OF 值可以有所不同。 OF_p 值取 0.75 时,适合于大多数患者,表示服药后 8 h 内有 6 h 需要人陪护的情况,其他还有 1、0.50 或 0.25 等,分别表示 8 h 内有 8、4 或 2 h 需要陪护等,如果患者是单身、单独回家、单独居住,其 OF_p 值则为 0; OF_c 值取 0.250 是较为保守的数值,较为常用,适合于患者与他人保持谨慎的距离,且不外出乘坐公交、独自就寝的情况,如果其值为 0.125,则适合于患者独自一人生活及很少有探视者的情况; OF_{uc} 值为 0.50 时,适合于与配偶共寝的情况,若独床就寝,则其值为 0.25。

1.2.2 实际测量累积法

选择一个测量室,要求天然辐射本底恒定,不受外界因素的干扰。将一个辐射报警检测仪(RADIATION ALERT Inspector)置于固定位置(辐射报警检测仪 G-M 计数管中心与患者甲状腺中心部位处于同一水平),连续测量患者 0.5 m、1 m 和 2 m 处的当量剂量率。测量时间点为服药后的 1~15 d,每日 1 次,必要时可适当延长。结合患者的

实际情况,适时提出必要的防护知识指导,督促改进实际状况,诸如减少陪护(或探视慰问)人员,对儿童或老人或孕妇应严格区别对待,每日接触的次數、时间及距离(0.5 m、1 m和2 m等)必须加以有效地限制等。

对患者周围人群接受的当量剂量,参照有关资料并通过实际测量发现,患者2 m以外和两周后患者的辐射剂量已很小,因此我们在研究中给予忽略。这样,患者周围人群在这两周内所接受的当量剂量采用下列公式进行计算:

$$E = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{15} (E_{G_j} \cdot T_i) \quad (2)$$

式中, E 为 ^{131}I 治疗患者周围人群接受的当量剂量值(mSv), E_{G_j} 中 j 值 1~3 分别指周围人群距离患者 0.5 m、1 m 和 2 m 的距离,则 E_{G_j} 分别为对应距离的当量剂量率(mSv/h), T_i 中的 i 值 1~15 分别指连续观察周围人群 1 d~15 d,则 T_i 分别为对应日数的周围人群接触患者的时间(h)。

1.2.3 所需参数

根据以上公式,我们针对每一例病例,需要获取相关的参数:① ^{131}I 总活度 Q (MBq 或 mCi),②甲状腺 24 h 摄 ^{131}I 百分数 U ,③限制社会交往的时间 C ,④不同的时间段的居留分数 OF_P 、 OF_C 、 OF_{UC} ,⑤服用 ^{131}I 治疗患者分别在 0.5 m、1 m 和 2 m 处连续 15 d 的当量剂量率 (mSv/h),⑥周围人群分别在 0.5 m、1 m 和 2 m 处接触患者的时间 (h)等。

1.2.4 统计学处理

采用 SPSS11.5 统计软件录入数据并进行统计分析,患者周围人群中成人和儿童当量剂量值计算、单一公式法与实际测量累积法间比较、成人不同限制条件下接受的当量剂量值比较均采用 t 检验。

2 结果

2.1 患者周围人群接受辐射的当量剂量值

如表 1 所示,对于周围成人,实际测量累积法与单一公式法比较,接受辐射的当量剂量有显著性差别($t=3.953, P<0.001$),且实际测量累积值较高;而对于周围儿童,实际累积测量法与单一公式法得出的接受辐射的当量剂量无显著性差别 ($t=0.910, P>0.05$)。

表 1 Graves'病患者用 ^{131}I 治疗后周围成人和儿童接受辐射的当量剂量值

例数	当量剂量 (mSv)			t 值
	单一公式法	实际测量累积法	差值	
成人 37	1.43 ± 0.94	2.31 ± 1.55*	0.88 ± 1.35	3.953
儿童 8	0.69 ± 0.29	0.61 ± 0.27**	0.08 ± 0.19	0.910

对于患者周围人群接受辐射的当量剂量,实际测量累积法与单一公式法比较,*:周围成人 $P<0.001$, **:周围儿童 $P>0.05$ 。

2.2 患者周围成人接受辐射的当量剂量值

如表 2 所示,对于周围成人与患者的接触情况,限制时间 ≤ 6 d 的 A 组实际测量累积法与单一公式法比较,二者接受辐射的当量剂量有显著性差别 ($t=3.894, P<0.001$),且实际测量累积法较高;限制时间 >6 d 的 B 组实际测量累积法与单一公式法比较,二者接受辐射的当量剂量无显著性差别 ($t=1.705, P>0.05$)。

表 2 Graves'病患者用 ^{131}I 治疗后周围成人不同限制下接受辐射的当量剂量值

组别	例数	当量剂量 (mSv)			t 值
		单一公式法	实际测量累积法	差值	
A 组 20		1.27 ± 0.48	2.63 ± 1.69*	1.37 ± 1.57	3.894
B 组 17		1.27 ± 0.31	1.31 ± 0.32**	0.31 ± 0.74	1.705

实际测量累积法与单一公式法比较,*:A 组 $P<0.001$, **:B 组 $P>0.05$ 。

3 讨论

为了与国际基本安全标准接轨,我国 2003 年 4 月 1 日实施的 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[1]附录 B 中规定公众照射剂量限值:实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:(a)年有效剂量为 1 mSv;(b)特殊情况下,如果在连续 5 年中年平均剂量不超过 1 mSv,则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv。另外,要求对接触患者的儿童所受的剂量限制于 1mSv 以下。制定这一政策,主要是考虑到患者服用 ^{131}I 之后便成为一特殊“放射源”,必然对周围环境和人群造成一定的影响,这涉及到医德医风和公共安全的问题。

Coover 等^[4]根据 10CFR Part35.75^[5]对 ^{131}I 治疗 Graves' 病患者的实际情况提出简便的方法来计算患者最大用 ^{131}I 剂量,及时判断患者是否能够回家

组和桥本甲状腺炎组 TRAb、TSI、TGA 和 TMA 阳性率与正常对照组比较均有显著性差异,显示甲状腺自身抗体是 Graves' 病和桥本甲状腺炎的重要特征。Graves' 病发作组 TRAb 和 TSI 的阳性率显著高于其他各组,阳性率分别达到 86.67% 和 95.00%,说明这两种抗体可作为 Graves' 病诊断的特异性指标之一;而在此病缓解组各种抗体阳性率则显著下降,因此认为 TRAb 活性的高低可作为判断 Graves' 病患者病情监测的指标,这与有关文献报道相一致^[3]。同时有报道认为,TRAb 阳性患者,若甲状腺功能亢进症状缓解,仅说明其功能方面有所缓解,而其机体免疫方面的缓解仍需在 TRAb 转阴才可得到确认^[4]。桥本甲状腺炎组 TGA 和 TMA 维持较高水平,阳性率分别达到 85.29% 和 91.18%,显著高于 Graves' 病发作组和缓解组;而 TRAb 和 TSI 水平低于 Graves' 病发作组和缓解组,说明 TGA、TMA 联合 TRAb 及 TSI 水平的检测对桥本甲状腺炎和 Graves' 病的鉴别诊断具有较高敏感性。

由此可见,TRAb、TSI、TGA 和 TMA 的联合检测,同时结合甲状腺激素水平的检测,能够对 Graves' 病的临床疗效检测及其预后判断有着非常重要的使用价值,同时在与桥本甲状腺炎的鉴别诊断上起着很重要的作用。另外,本研究用酶联免疫吸附法代替放射免疫法测定 TRAb 和 TSI,结果准确可靠,同时具有操作简便、避免放射性污染、检测费用低、有市售的成品试剂盒供应等优点,尤其适合基层医院开展临床检测工作。

参 考 文 献

- 1 刘霞,谭萍,曾自如. Graves' 患者血清 TRAb 检测的临床意义. 广西医科大学学报, 2005, 22(1): 45-46.
- 2 兰玲,施秉银. 甲状腺受体抗体检测的临床意义. 国外医学内分泌学分册, 2005, 25(1): 42-44.
- 3 邓爱民,林延德. Graves' 病患者血清 TRAb 检测及临床意义. 广东医学, 2002, 23(4): 398-399.
- 4 黄昭穗,黄春红,刘开渊,等. TRAb 检测在 Graves' 甲亢诊断治疗中的价值. 放射免疫学杂志, 2005, 18(2): 88-89.

(收稿日期: 2006-03-28)

(上接第 349 页)

休养。李险峰等^[2]对该公式稍加修改,即得出公式(1),其是将 OF_p 与该期当量剂量值积、 OF_c 分别与该期甲状腺和非甲状腺当量剂量值积、 OF_{ic} 分别与该期甲状腺和非甲状腺当量剂量值积等 5 项数值之和,再与投入 ^{131}I 总活度之积,即为患者周围人群接受的当量剂量值。

本研究发现,对于 Graves' 病患者周围成人,单一公式法计算结果与患者实际情况有一定的差距,明显低估了当量剂量值。Friedman 等^[6]建议应考虑改用新的方法,对患者进行逐日的当量剂量值计算,并结合患者的实际情况,适时提出必要的防护知识指导,督促改进实际状况,诸如减少陪护(或探视慰问)人员,对儿童或老人或孕妇应严格区别对待,每日接触的次数、每次接触的时间及距离必须加以有效的限制。

4 结 论

接受 ^{131}I 治疗的 Graves' 病患者是一种特殊的“辐射源”,对周围人群的当量剂量值均不超过公众辐射当量剂量限值,属安全范围之内。

接受 ^{131}I 治疗的 Graves' 病患者,采用实际测

量累积法计算当量剂量值更实际,且适用于周围成人与其接触时间 $\leq 6\text{ d}$ 的条件下;而对接触时间 $> 6\text{ d}$ 的周围成人和限制条件下的儿童,可通过单一公式法进行粗略的估算。

参 考 文 献

- 1 Singer PA, Crooper DS, Levy EC, et al. Treatment guidelines for patients with hyperthyroidism and hypothyroidism. JAMA, 1995, 273(10): 808-812.
- 2 李险峰,晋建华,张东红,等. 甲状腺疾病 ^{131}I 治疗的辐射危害评价. 中华核医学杂志, 2004, 24(3): 191.
- 3 GB18871-2002. 电离辐射防护与辐射源安全基本标准.
- 4 Coover LR, Silberstein EB, Kuhn PJ, et al. Therapeutic ^{131}I in outpatients: a simplified method conforming to the code of federal regulations, title 10, part 35.75. J Nucl Med, 2000, 41(11): 1868-1875.
- 5 US Nuclear Regulatory Commission. 10 CFR Part 35.75: Release of individuals containing unsealed byproduct material or implants containing byproduct material. Washington DC: US Government Printing Office, 2000.
- 6 Friedman MI, Ghesani M. Interactive software automates personalized radiation safety plans for Na^{131}I therapy. Health Phys, 2002, 83(11Suppl): S71-S84.

(收稿日期: 2006-04-24)