

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.03.014

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211230.0947.007.html\(2021-12-30\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211230.0947.007.html(2021-12-30))

全身动态辐射监测系统在¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌患者出院时间个性化评估中的应用*

冉紫蕴,李 群,齐小梅,苏 娥,陈 杰,厉红民,杨 航,黄定德[△]
(陆军军医大学第一附属医院核医学科,重庆 400038)

[摘要] **目的** 探讨全身动态辐射监测系统在¹³¹I 治疗分化型甲状腺(DTC)癌患者出院时间个性化评估中的应用价值。**方法** 采用回顾性研究方法,选取 2020 年 11 月至 2021 年 4 月在该院接受¹³¹I 治疗的 200 例 DTC 患者,根据¹³¹I 剂量分为低剂量组 124 例和高剂量组 76 例,使用全身动态辐射监测系统与服¹³¹I 后 24、48、72 h 测定体内放射性残留活度(Rrav),并监测患者出院当天接触物品与环境表明射线剂量水平。**结果** 低剂量组与高剂量组的¹³¹I 治疗剂量分别为(1 653.71±346.20)MBq、(5 426.49±851.31)MBq,两组服碘后随时间推移 Rrav 迅速下降,其中低剂量组 24、48 h 的 Rrav 均明显低于高剂量组($P<0.05$);低剂量组 24、48 h 出院率分别为 95.97%、100.00%,而高剂量组 24、48、72 h 依次为 10.53%、80.26%、100.00%,其中低剂量组 24、48 h 出院达标率均明显高于高剂量组,差异均有统计学意义($P<0.001$);两组患者出院当天病服、床单、病房地面、洗手间地面射线剂量水平均低于辐射限制水平,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 全身动态辐射监测系统可直接地动态监测¹³¹I 治疗 DTC 患者 Rrav。

[关键词] 全身动态辐射监测系统;¹³¹I;甲状腺癌;辐射防护;出院时间
[中图法分类号] R144.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2022)03-0428-04

Application of whole-body dynamic radiation monitoring system in personalized evaluation of discharge time for thyroid cancer patients treated with ¹³¹I*

RAN Ziyun,LI Qun,QI Xiaomei,SU E,CHEN Jie,LI Hongmin,YANG Hang,HUANG Dingde[△]
(Department of Nuclear Medicine,the First Affiliated Hospital of Army Medical University,Chongqing 400038,China)

[Abstract] **Objective** To investigate the application value of whole-body dynamic radiation monitoring system in the assessment of discharge time of thyroid cancer patients treated with ¹³¹I. **Methods** A retrospective study was used,and a total of 200 differentiated thyroid carcinoma (DTC) patients who were treated with ¹³¹I in the hospital from November 2020 to April 2021 were selected. According to the ¹³¹I dose,the patients were divided into the low-dose group (124 cases) and the high-dose group (76 cases). The residual radioactive activity in the body (Rrav) was measured by the whole-body dynamic radiation monitoring system at 24 h,48 h,72 h after taking ¹³¹I,and the patient's exposure to the objects and the environment on the day of discharge were monitored to indicate the radiation dose level. **Results** The ¹³¹I treatment doses of the low-dose group and the high-dose group were (1,653.71±46.20) MBq and (5,426.49±51.31) MBq,respectively. After taking iodine,the Rrav decreased rapidly with time,and the Rrav of the low-dose group at 24 h and 48 h was significantly lower than those of the high-dose group ($P<0.05$). The discharge rates of 24 h and 48 h were 95.97% and 100.00% respectively in the low-dose group,while those of 24 h,48 h and 72 h were 10.53%, 80.26% and 100.00% in the high-dose group. The discharge rates of 24 h and 48 h in the low-dose group were significantly higher than those in the high-dose group,and the differences were statistically significant ($P<0.001$). There was no significant difference between the radiation dose levels of the ward floor and washroom floor of the two groups on the day of discharge ($P>0.05$),all of which were lower than the radiation limit level. **Conclusion** The whole-body dynamic radiation monitoring system can directly and dynamically monitor

* 基金项目:重庆市技术创新与应用发展专项面上项目(cstc2019jscx-msxmX0199)。 作者简介:冉紫蕴(1987—),主管护师,本科,主要从事核医学护理的研究。[△] 通信作者,E-mail:huangdingde@126.com。

¹³¹I treatment of DTC patients with Rrav.

[Key words] whole-body dynamic radiation monitoring system; ¹³¹I; thyroid cancer; radiation protection; discharge time

甲状腺癌分为乳头状癌、滤泡状癌、髓样癌及未分化癌,其中乳头状癌及滤泡状癌称为分化型甲状腺癌(DTC),DTC 在 1990—2020 年发病率增长了 3 倍^[1],成为发病率增长最快的实体癌,在我国女性 DTC 已位居女性所有恶性肿瘤的第 4 位。¹³¹I 放射治疗是 DTC 术后治疗的重要方法,可将患者 5 年相对存活率提升至 84.3%^[2]。但 ¹³¹I 为放射核素,其衰变过程中释放的 γ 射线对家属、医务人员造成外照射,患者的排泄物可对周围环境产生放射性污染,所以行 ¹³¹I 治疗的 DTC 患者必须在特殊防护的病房住院隔离,待体内放射性残留活度(Rrav)小于 400 MBq 之后才能出院。但目前国内外尚缺乏直接测量 Rrav 的方法^[3-4],大都通过估算法或延长患者住院时间至 7 d,一方面工作人员在估算过程中接受了不必要的辐射,一方面明显地增加了患者的治疗费用及医保负担。另外病房周转慢,患者等待治疗的时间长达半年,不利于病情的恢复。本科室 2010 年新引进的全身动态辐射监测系统可直接准确地测量 Rrav,并能显示机体各部位 ¹³¹I 分布情况,本研究对每例 ¹³¹I 治疗患者的 Rrav 进行个体化评估,探讨全身动态辐射监测系统在 ¹³¹I 治疗 DTC 患者的出院时间个体化评估中的价值,在满足放射防护要求的前提下最大限度地缩短住院时间,从而降低患者及医保负担、加快病床使用率,缩短患者院外待床时间,让患者得到及时治疗,国内外尚少见类似研究报道。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性研究方法,选取 2020 年 11 月至 2021 年 4 月在本院核医学科接受 ¹³¹I 治疗的 200 例 DTC 患者,其中男 79 例,女 121 例,年龄 23~81 岁。根据 ¹³¹I 治疗剂量将患者分为低剂量组(<3 700 MBq) 124 例和高剂量组($\geq$ 3 700 MBq) 76 例。纳入标准:行甲状腺近全切或近全切切除术+颈部中央区或中央区及侧颈区淋巴结清扫术,且经术后病理检查证实为 DTC,符合 ¹³¹I 治疗适应证^[5]。排除标准:严重心肝肾功能异常者;患精神疾病、认知障碍者;合并其他肿瘤者。本研究已获得本院伦理委员会批准。

1.2 方法

治疗前按《分化型甲状腺癌术后管理中国专家共识》^[6]中要求对患者进行 ¹³¹I 治疗前的准备与宣教,给予口服 ¹³¹I 化钠口服溶液(中国工程物理研究院核物理与化学研究所),服 ¹³¹I 剂量参照《¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌指南(2014 版)》^[7]制订方案,依据治疗目的清甲治疗剂量 3.70 GBq,清灶治疗剂量 5.55~7.40 GBq,辅助治疗剂量 3.70~5.55 GBq;分别于服 ¹³¹I 后

24、48、72 h 采用 Explore WB Scanner 全身动态辐射监测系统(北京格物时代科技发展有限公司生产)对患者进行 Rrav 测定,测量前嘱患者排空膀胱,测量时站立在扫描仪底座上,测量 3 次取平均值。出院标准:参照《GB 16361-2012 临床核医学的患者防护和质量控制规范》^[8]制订出院标准,患者 Rrav<400 Mq 后方可出院。

收集患者性别、年龄、体重指数、病理 TNM 分期(AJCC 第 8 版^[9])、¹³¹I 治疗剂量及次数等临床资料,并于患者出院当天,根据 GBZ 133-2009《医用放射性废物的卫生防护管理》^[10],使用放射性表面污染探测仪(德国 BERTHOLD 公司, LB124 型)测定患者病服、床单、病房及洗手间地面射线剂量水平,每个测量点测量 3 次取均值。

1.3 统计学处理

采用 SPSS22.0 进行分析,计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较为独立样本 t 检验。计数资料采用 $[n(\%)]$ 表示,采用 χ^2 检验,等级资料采用非参数检验(秩和检验)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般临床资料比较

低剂量组与高剂量组患者的性别、年龄、体重指数、N 分期、T 分期及 ¹³¹I 治疗次数比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组一般临床资料比较

临床参数	低剂量组 (n=124)	高剂量组 (n=76)	χ^2/t	P
性别[n(%)]				
男	49(39.52)	30(39.47)	0.016	0.995
女	75(60.48)	46(60.53)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	48.34 $\pm$ 9.50	49.13 $\pm$ 10.23	0.554	0.580
体重指数($\bar{x} \pm s$,kg/ m ²)	23.16 $\pm$ 5.73	22.59 $\pm$ 5.96		
N 分期[n(%)]				
N0	12(9.68)	6(7.89)	0.183	0.912
N1a	59(47.58)	37(48.68)		
N1b	53(42.74)	33(43.42)		
T 分期[n(%)]				
Tx	16(12.90)	9(11.84)	0.257	0.209
T1	84(67.74)	50(65.79)		
T2	7(5.65)	5(6.58)		
T3	5(4.03)	4(5.26)		
T4	12(9.68)	8(10.53)		
¹³¹ I 治疗次数[n(%)]				
首次	76(61.29)	47(61.84)	0.006	0.938
复次(次数 $\geq$ 2 次)	48(38.71)	29(38.16)		

2.2 服碘后 Rrav 变化

低剂量组与高剂量组的 ¹³¹I 治疗剂量分别为

(1 653. 71±346. 20) MBq、(5 426. 49±851. 31) MBq,两组服碘后随时间推移 Rrav 迅速下降,其中低剂量组 24、48 h 的 Rrav 均明显低于高剂量组($P<0.05$),高剂量组 72 h Rrav 为(116. 39±26. 43)MBq,见表 2。

表 2 两组服碘后不同时间 Rrav 测定结果比较($\bar{x}\pm s$, MBq)				
组别	<i>n</i>	24 h	48 h	
低剂量组	124	453. 19±102. 50	241. 26±56. 12	
高剂量组	76	1 037. 46±329. 16	703. 55±127. 36	
<i>t</i>		9. 888	29. 914	
<i>P</i>		<0. 001	<0. 001	

2.3 服碘后出院达标率比较

以 Rrav<400 MBq 为出院标准,低剂量组 24、48 h 出院率分别为 95. 97%、100. 00%,而高剂量组 24、48、72 h 依次为 10. 53%、80. 26%、100. 00%,其中低剂量组 24、48 h 出院达标率均明显高于高剂量组,差异均有统计学意义($\chi^2=14. 385$ 、 $26. 458$, $P<0.001$)。

2.4 出院当天接触物表面射线剂量水平比较

两组患者出院当天病服、床单、病房地面、洗手间地面射线剂量水平均无明显差异($P>0.05$),均低于 GBZ 130-2013 中规定的辐射限制水平(<100 μ Sv/h),见表 3。

表 3 两组患者出院当天接触物表面射线剂量水平($\bar{x}\pm s$, μ Sv/h)					
组别	<i>n</i>	病服	床单	病房地面	洗手间地面
低剂量组	124	4. 09±0. 86	3. 84±0. 91	3. 91±0. 67	6. 13±1. 20
高剂量组	76	4. 13±0. 91	3. 92±1. 03	3. 85±0. 70	6. 24±1. 12
<i>t</i>		0. 312	0. 574	0. 604	0. 645
<i>P</i>		0. 755	0. 567	0. 546	0. 520

3 讨 论

DTC 的¹³¹I 治疗过程中电离辐射防护工作是核医学防护的关键内容,也是患者出院时间评估重要的参考指标。根据 GB 16361-2012 规定^[8],服¹³¹I 后 Rrav 低于 400 MBq 方可解除辐射隔离、达到出院标准。但 Rrav 测定难度大,目前普遍通过测量距离患者 1 m 处的辐射剂量率进行估算,也有部分学者通过尿液、甲状腺摄碘率等方法估算,但均需标定 400 MBq ¹³¹I 的辐射剂量,操作程序繁杂,且偏差较大、且操作过程中工作人员要与患者或患者的尿液进行密切接触,对工作人员带来不必要的照射。在实际工作中工作人员的依从性不好、可行性极差,所以绝大部分医院采取固定的住院隔离时间,部分医院住院隔离时间长达 7 d,无疑明显地增加患者及医保的经济负担^[11-13]。由于对辐射防护的要求很高,国内开展核素

治疗病房的医院很少,患者住院时间过长则明显降低了医疗资源利用率,有的地区患者等待住院的时间长达半年,不利于病情恢复。因此,寻求直接测量 Rrav 的方法在准确地个体化评估¹³¹I 治疗患者出院时间、降低患者及医保负担、加快核素隔离病房的利用率、避免工作人员接受不必要的辐射等方面具有重要意义。

全身动态辐射监测系统主要由扫描单元、计算单元、参考数据单元、校正单元及分析单元构成,测量时患者仅需站立于扫描器中,扫描仪即可通过准直器和线阵探测器捕获体内发出的 γ 射线,获得全身多部位残留剂量分布图,并进行残留剂量校正,而且工作人员隔室远程操作,完全避免了不必要的辐射。本研究将该系统用于服¹³¹I 后患者 Rrav 的监测,结果显示,低剂量组 24、48 h Rrav 为(453. 19±102. 50)MBq、(241. 26±56. 12)MBq,而高剂量组 24、48 h Rrav 为(1 037. 46±329. 16)MBq、(703. 55±127. 36)MBq;经换算与吉倩婧等^[14]体外辐射剂量当量率方法测得结果相近,但全身动态辐射监测系统测量的操作更简便,且该系统通过控制装置扫描患者身高来控制辐射测量的扫描起始点,期间无需对患者进行摆位,能避免医务人员外照射。同时,参照 GB 16361-2012 规定^[8],本研究中低剂量组 24、48 h 出院达标率为 95. 97%、100. 00%,高剂量组 24、48、72 h 依次为 10. 53%、80. 26%、100. 00%,可得到低剂量与高剂量服¹³¹I 患者辐射分别隔离 48 h 和 72 h 后 Rrav 可全部降至 400 MBq 以下,与国内相关文献报道结果一致^[15-17]。本研究中高剂量组患者服¹³¹I 剂量区间为 3. 70~7. 40 GBq,但目前临床对病情严重 DTC 患者的¹³¹I 剂量较大,如骨转移患者的¹³¹I 剂量可达 7. 40~9. 25 GBq,同时 Rrav 还受甲状腺摄碘率、T 分期及性别等因素影响^[18-20]。因此,服¹³¹I 后解除辐射隔离时间还需结合患者病情加以加强动态监测。

此外,¹³¹I 治疗 DTC 患者病房环境和接触物品辐射污染监测也是评估患者出院的重要指标,参照《医用放射性废物的卫生防护管理》标准其射线剂量应低于 100 μ Sv/h,本研究中两组患者出院当天病服、床单、病房地面、洗手间地面射线剂量水平低于标准水平,且两组数据无明显差异。也进一步说明全身动态辐射监测系统指导¹³¹I 治疗患者出院时间可靠性良好。当然,本研究受病例总数、监测点设置及患者个体差异影响,可能导致研究结果出现偏倚,本研究仍在不断纳入病例,并计划增加检测密度,以进一步验证全身动态辐射监测系统的可靠性。

总之,全身动态辐射监测系统可直接地动态监测¹³¹I 治疗 DTC 患者 Rrav,方法简便、直观,可为患者个体化隔离和辐射防护提供参考,既避免了工作人员受到不必要的辐射,又降低了患者及医保负担、加快了病房利用率、让患者及时接受治疗,值得临床

推广。

参考文献

- [1] STEWART L A, KUO J H. Advancements in the treatment of differentiated thyroid cancer [J]. *Ther Adv Endocrinol Metab*, 2021, 12: 20420188211000251.
- [2] ZENG H, CHEN W, ZHENG R, et al. Changing cancer survival in China during 2003-15: a pooled analysis of 17 population-based cancer registries [J]. *Lancet Global Health*, 2018, 6 (5): e555-e567.
- [3] BROGGIO D, TELES P, VRBA T, et al. Assessment from in vivo measurements of thyroid dose due to iodine-131 inhalation when stable iodine has been administered [J]. *Radiation Measurements*, 2019, 127: 106144.
- [4] NICHOLS K J, ROBESON W, YOSHIDA-HAY M, et al. Alternative means of estimating (131) I maximum permissible activity to treat thyroid cancer [J]. *J Nucl Med*, 2017, 58 (10): 1588-1595.
- [5] 高明. 甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南 [J]. *中国肿瘤临床*, 2012, 39(17): 1249-1272.
- [6] 田文, 张浩. 分化型甲状腺癌术后管理中国专家共识(2020 版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40 (9): 1021-1028.
- [7] 中华医学会核医学分会. ¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌指南(2014 版) [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2014, 34(4): 264-278.
- [8] 中华人民共和国卫生部、中国国家标准化管理委员会. GB 16361-2012 临床核医学的患者防护与质量控制规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] TUTTLE R M, HAUGEN B, PERRIER N D. Updated American joint committee on cancer/Tumor-Node-Metastasis staging system for differentiated and anaplastic thyroid cancer (eighth edition): what changed and why? [J]. *Thyroid*, 2017, 27(6): 751-756.
- [10] 中华人民共和国卫生部. BZ 133-2009 医用放射性废物的卫生防护管理 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 1-3.
- [11] CHEN L Y, HUANG Y Y, LEE P I, et al. Radiation safety assessment of caregivers of thyroid cancer patients treated with ¹³¹I in Taiwan [J]. *Radiat Phys Chem*, 2020, 172: 108781.
- [12] KANG S W, YAP Z Z, LEE C R, et al. Pattern of urine Iodine excretion with low Iodine diet during preparation for radioactive Iodine ablation in patients with thyroid cancer [J]. *Head Neck*, 2019, 41(2): 381-387.
- [13] KONISHI K, ISHIBA R, IKENOHIRA T, et al. The relationship between the quantitative evaluation of thyroid bed uptake and the disappearance of accumulation in adjuvant radioactive iodine therapy for differentiated thyroid cancer [J]. *Ann Nucl Med*, 2021, 35 (2): 159-166.
- [14] 吉倩婧, 底瑞青, 陈伟娜, 等. 机器人用于分化型甲状腺癌术后 ¹³¹I 治疗住院患者体内残留放射性活度测定的研究 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2019, 39(10): 601-605.
- [15] 季艳会, 郑薇, 谭建, 等. 分化型甲状腺癌患者 ⁽¹³¹⁾I 治疗后 R_{rav} 变化趋势及影响因素分析 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2020, 40 (12): 721-725.
- [16] 汤敏敏, 刘建中, 武志芳, 等. 分化型甲状腺癌患者 ¹³¹I 治疗后体内残留放射性活度的评估 [J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2014, 38 (6): 363-367.
- [17] 洗嘉朗, 吴菊清, 卢建杏, 等. 甲状腺乳头状癌患者术后首次 ¹³¹I 治疗后辐射剂量率的影响因素及出院时间的探讨 [J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2020, 44(2): 73-80.
- [18] LI P, ZHANG A, LIU Y, et al. Radioactive Iodine therapy in patients with differentiated thyroid cancer: study of external dose rate attenuation law and individualized patient management [J]. *Thyroid*, 2019, 29(1): 93-100.
- [19] 王任飞, 谭建, 张桂芝, 等. 分化型甲状腺癌患者 ¹³¹I 治疗后外部剂量当量率与体内放射性活度残留量的相关性 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2016, 36(5): 394-397.
- [20] BURKI T K. (131) I radiation exposure and thyroid cancer [J]. *Lancet Oncol*, 2018, 19(1): e9.

(收稿日期: 2021-07-18 修回日期: 2021-12-20)