· 临床研究 ·

分化型甲状腺癌患者^{131}I 治疗前正常碘盐饮食对尿碘浓度和摄碘率的影响

王心宇　王庆祝　刘保平　陈平　阮翘
郑州大学第一附属医院核医学科,郑州　450052
通信作者:王庆祝, Email: qingzhuwang@ zzu.edu.cn

【摘要】　目的　探讨正常碘盐饮食对分化型甲状腺癌(DTC)患者^{131}I 治疗前尿碘浓度和摄碘率的影响。**方法**　前瞻性研究 2021 年 1 月至 2022 年 4 月就诊于郑州大学第一附属医院,行甲状腺全切术后首次^{131}I 治疗的 DTC 患者,其中男 59 例、女 130 例,年龄(43.7±12.2)岁。根据^{131}I 治疗前 4 周是否行碘盐饮食将患者分为正常碘盐饮食组和限碘盐饮食组。采用两独立样本 t 检验或χ^2 检验比较 2 组的年龄、性别、尿碘浓度、摄碘率和肿瘤危险度分层的差异。此外,根据尿碘浓度将患者分为 2 组:a1 组,尿碘<200 μg/L;a2 组,尿碘≥200 μg/L,采用 logistic 回归分析影响尿碘浓度的因素。**结果**　正常碘盐饮食组和限碘盐饮食组患者尿碘浓度分别为(140.53±76.66)和(121.74±74.64) μg/L(t = 1.67, P = 0.489);2 组摄碘率如下:(3.77±1.06)%和(3.42±0.97)%(2 h)、(3.33±1.07)%和(3.21±1.15)%(4 h)、(2.90±2.60)%和(3.23±2.94)%(24 h),差异均无统计学意义(t 值:2.33、0.68、-0.81,均 P>0.05);2 组年龄(t = 0.56, P = 0.889)、性别(χ^2 = 1.33, P = 0.250)、肿瘤危险度分层(χ^2 = 0.14, P = 0.709)差异也无统计学意义。Logistic 回归分析结果显示,肿瘤危险度分层与尿碘浓度有关[比值比(OR) = 3.914 (95% CI:1.505~10.176), P = 0.005]。**结论**　正常碘盐饮食对 DTC 患者^{131}I 治疗前尿碘浓度和摄碘率或无影响。

【关键词】　甲状腺肿瘤;放射疗法;碘放射性同位素;氯化钠,膳食;尿;碘
DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220418-00114

Effect of normal iodized salt diet on urinary iodine concentration and iodine uptake rate in patients with differentiated thyroid cancer before ^{131}I treatment

Wang Xinyu, Wang Qingzhu, Liu Baoping, Chen Ping, Ruan Qiao
Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China
Corresponding author: Wang Qingzhu, Email: qingzhuwang@zzu.edu.cn

【Abstract】　Objective　To investigate the effects of normal iodized salt diet on urinary iodine concentration and iodine uptake rate in patients with differentiated thyroid cancer (DTC) before ^{131}I treatment. **Methods**　A prospective study was conducted on patients with DTC (59 male patients and 130 female patients, age (43.7±12.2) years) who received ^{131}I treatment for the first time after total thyroidectomy in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University between January 2021 and April 2022. Patients were divided into normal iodized salt diet group and limited iodized salt diet group according to whether iodized salt diet was administered 4 weeks before ^{131}I treatment. The age, gender, urinary iodine concentration, iodine uptake rate and tumor risk stratification of the two groups were compared by independent-sample t test or χ^2 test. In addition, according to the concentration of urinary iodine, patients were divided into group a1 (urinary iodine <200 μg/L) and group a2 (urinary iodine ≥200 μg/L). Logistic regression analysis was used to analyze the factors affecting urinary iodine concentration. **Results**　The urinary iodine concentration of normal iodized salt diet group was not significantly different from that of non-iodized salt diet group ((140.53±76.66) *vs* (121.74±74.64) μg/L; t = 1.67, P = 0.489). The iodine uptake rates at 2 h, 4 h and 24 h in the 2 groups were (3.77±1.06)% *vs* (3.42±0.97)%, (3.33±1.07)% *vs* (3.21±1.15)%, (2.90±2.60)% *vs* (3.23±2.94)%, respectively (t values: 2.33, 0.68, −0.81, all P>0.05). There were no significant differences in age (t = 0.56, P = 0.889), gender (χ^2 = 1.33, P = 0.250) and tumor risk stratification (χ^2 = 0.14, P = 0.709) between the two groups. Logistic regression analysis showed that tumor risk stratification was associated with urinary iodine concentration (odds ratio (OR) = 3.914, 95% CI: 1.505−10.176; P = 0.005). **Conclusion**　Normal iodized salt diet may have no effect on urinary iodine concentration and iodine uptake rate of patients with DTC before ^{131}I treatment.

【Key words】　Thyroid neoplasms; Radiotherapy; Iodine radioisotopes; Sodium chloride, dietary; Urine; Iodine

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220418-00114

^{131}I 治疗是分化型甲状腺癌(differentiated thyroid cancer, DTC)患者术后综合治疗的重要措施之一,有助于清除甲状腺癌术后残留的甲状腺组织或转移灶。尿碘浓度可反映患者在代谢稳定情况下体内的碘含量,摄碘率可反映患者对^{131}I 的摄取能力。为了增加 DTC 患者正常甲状腺组织和转移灶对^{131}I 的摄取能力,提高 ^{131}I 治疗效果,相关指南推荐甲状腺癌术后患者在^{131}I 治疗前需低碘饮食,包括限碘盐饮食[1]。目前有关碘盐是否会影响^{131}I 治疗效果的相关文献较少,临床对治疗前是否需限碘盐饮食仍存争议[2]。本研究旨在分析正常碘盐饮食是否对患者体内尿碘浓度和摄碘率产生影响。

资料与方法

1.研究对象及分组。本研究为前瞻性临床研究,获得本院科研和临床试验伦理委员会批准(批件号:KY-2022-0430),所有患者签署书面知情同意书。前瞻性收集 2021 年 1 月至 2022 年 4 月于郑州大学第一附属医院行甲状腺全切术(手术记录详细,影像学检查证实病灶清除干净),术后拟行^{131}I 治疗的患者 350 例。在预约^{131}I 治疗时,由患者自行决定行正常碘盐饮食或限碘盐饮食,由 2 位医师告知患者限碘饮食期间注意事项;行^{131}I 治疗前,由核医学专业医师确认患者限碘饮食期间是否正常碘盐饮食或限碘盐饮食。

患者纳入标准:(1)术后切口已完全愈合;(2)病理结果已通过 2 位及以上病理专家证实;(3)在行^{131}I 治疗前已停服至少 3 周左甲状腺素钠,且促甲状腺激素(thyroid stimulating hormone, TSH)>30 mU/L;(4)临床资料完善。排除标准:(1)术后 2 次或多次行^{131}I 治疗的 DTC 患者;(2) ^{131}I 治疗前使用过含碘对比剂或食用含碘食物的患者;(3)未按要求进行正常碘盐饮食或限碘盐饮食的患者;(4)因其他因素未能行^{131}I 治疗的患者;(5)妊娠及哺乳期妇女,计划 6 个月内怀孕的患者。最后纳入患者 189 例,其中男 59 例、女 130 例,年龄(43.7±12.2)岁;正常碘盐饮食组 75 例,限碘盐饮食组 114 例(筛选入组流程如图 1)。收集患者临床资料,包括年龄、性别、肿瘤病理等。

根据 WHO 推荐的人群碘营养状况评价标准,尿碘<100.00 μg/L 为碘不足,≥100.00 且<200.00 μg/L 为碘适宜,≥200.00 且<300.00 μg/L 为碘超适宜量,≥300.00 μg/L 为碘过量[3]。有文献报道尿碘>200 μg/L 时不建议行^{131}I 治疗[4-5]。按照 WHO 标准将患者分为 2 组:a1 组(161 例),尿碘<200 μg/L;a2 组(27 例),尿碘≥200 μg/L。

2.尿碘测定。收集患者入院后^{131}I 治疗前 1 d 的晨尿,检测尿碘浓度。尿碘检测试剂购于武汉中

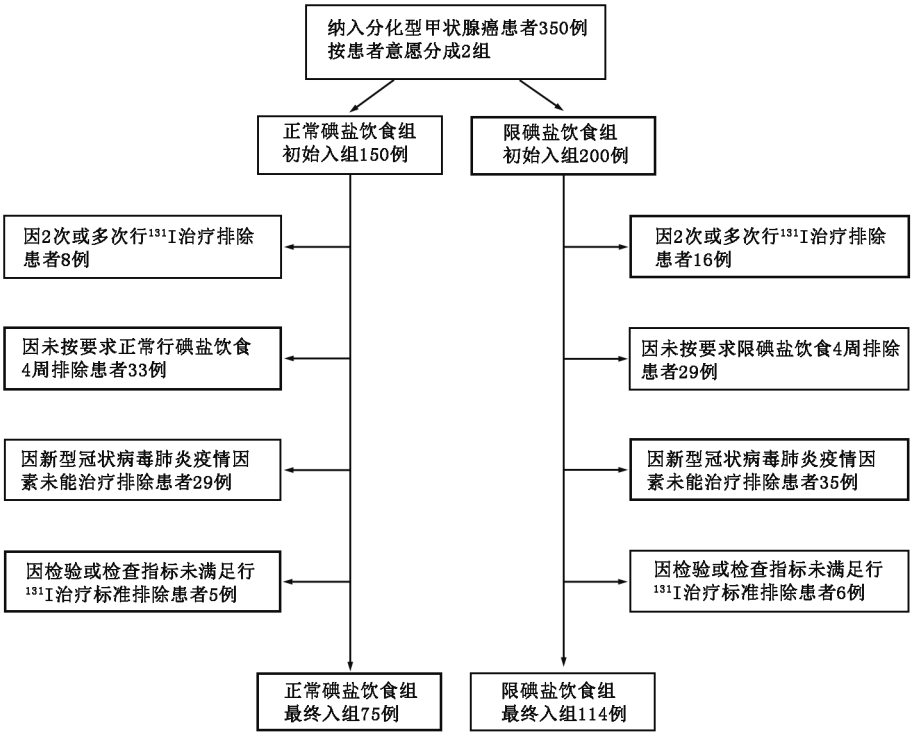

图 1　研究对象筛选入组流程图

生生化技术有限公司。同一批样本间以及不同批次样本间的 $CV<10\%$,检出区间为 50~600 μg/L。

3.摄碘率测定。患者检查前 4 周内未服用高碘类食物(如海带、紫菜、虾皮等)以及影响甲状腺摄取的药物(如胺碘酮、溴隐亭等)。检查当日要求患者空腹口服^{131}I 溶液 2~5 μBq,同时取等量的^{131}I 溶液稀释至试管标准刻度线,密封以防止液体蒸发和药物挥发,然后置于颈部模型中作为标准源。使用甲状腺功能测定仪测标准源^{131}I 的放射性计数及被检查者服药后 2、4、24 h 甲状腺的放射性计数,均取 3 次计数的平均值,计算甲状腺摄碘率。甲状腺摄碘率(%)=(甲状腺部位放射性计数-本底计数)/(标准源放射性计数-本底计数)×100%。

4.统计学处理。使用 IBM SPSS 22.0 进行数据分析。符合正态分布的定量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用两独立样本 t 检验;定性资料以例数(百分位数)表示,组间差异采用χ^2 检验比较。采用 logistic 回归模型分析甲状腺癌患者尿碘浓度和碘盐饮食情况、年龄、性别、肿瘤危险度分层的关系。以 $P<0.05$ 为差异或影响因素具有统计学意义。

结　　果

1.患者一般资料的比较。正常碘盐饮食患者与限碘盐饮食患者在年龄、性别构成以及肿瘤危险度分层等方面的差异均无统计学意义($t=0.56$, χ^2 值:1.33、0.14,均 $P>0.05$;表 1)。正常碘盐饮食患者的尿碘浓度及摄碘率均值均大于限碘盐饮食患者的相应指标,但整体差异不具有统计学意义(t 值:-0.81~2.33,均 $P>0.05$;表 1)。

2. Logistic 回归分析结果。以尿碘浓度是否≥200 μg/L 为因变量(是=1,否=0)进行 logistic 回归分析,结果显示年龄、性别、是否正常碘盐饮食与尿碘浓度是否≥200 μg/L 无明显关联,但肿瘤危险度分层对尿碘浓度有影响,具体见表 2。

讨　　论

^{131}I 治疗效果取决于进入患者体内的^{131}I 剂量。残留的正常甲状腺滤泡细胞与 DTC 细胞仍保留了钠/碘同向转运体(sodium/iodine symporter, NIS)的功能,该转运体能够从血液循环中摄取^{131}I,使^{131}I 浓聚于上述细胞内发挥治疗作用。低碘饮食可减少患者体内稳定碘的浓度,降低对^{131}I 的竞争作用,增强 NIS 的活力,从而增加患者对^{131}I 的吸收。此外,用^{131}I 清除残留甲状腺或清除转移灶时,残留甲状腺组织或 DTC 转移灶摄取^{131}I 的数量越多,则疗效越好。因此^{131}I 治疗前应尽可能地降低体内稳定碘的数量。

我国近年指南推荐,甲状腺癌术后患者行^{131}I 治疗前需低碘饮食,其中包括限制碘盐饮食[1],以提高对^{131}I 的摄取和延长^{131}I 在体内的有效半衰期[6]。但 2015 年版美国甲状腺学会指南关于低碘饮食问题则存在不同观点,特别是限碘盐问题[7]。既往有很多关于限碘时限的研究[8-11]。Lee 等[2]报道长期限碘饮食会对患者的心理产生较为明显的影响。英国的 1 项观察性研究表明,孕妇妊娠期间轻至中度缺碘与子女(8~9 岁)的智商和读数分数较低有关,并呈剂量依赖关系;此外,患者家人同样不吃含碘食物(包括加碘盐)可能会对其身体健康造成影响[12]。从 1995 年开始,我国为了预防地方性甲状腺肿开始全国推广加碘盐饮食,且国内食盐含碘量逐年下降[13]。河南平均每标准人日碘盐摄入量为 10.5 g[14],食盐中的碘含量为 21~39 mg/kg[15]。甲

表 1　正常碘盐饮食患者与限碘盐饮食患者的临床资料比较

组别	例数	年龄(岁)	性别[例(%)]		肿瘤危险度[例(%)]		尿碘浓度(μg/L)	2 h 摄碘率(%)	4 h 摄碘率(%)	24 h 摄碘率(%)
			女	男	中低危	高危				
正常碘盐饮食组	75	44.3±11.8	48(64.0)	27(36.0)	63(84.0)	12(16.0)	140.53±76.66	3.77±1.06	3.33±1.07	2.90±2.60
限碘盐饮食组	114	43.2±12.4	82(71.9)	32(28.1)	90(78.9)	24(21.1)	121.74±74.64	3.42±0.97	3.21±1.15	3.23±2.94
检验值		0.56	1.33[a]		0.14[a]		1.67	2.33	0.68	-0.81
P 值		0.889	0.250		0.709		0.489	0.207	0.995	0.484

注:[a]为χ^2 值,余检验值为 t 值

表 2　189 例分化型甲状腺癌患者尿碘浓度是否≥200 μg/L 的影响因素

因素	b 值	标准误	$Wald\ \chi^2$ 值	比值比(95% CI)	P 值
年龄	0.009	0.019	0.234	1.009(0.974~1.045)	0.628
性别	0.694	0.486	2.305	2.002(0.817~4.905)	0.129
是否正常碘盐饮食	-0.491	0.472	1.266	0.612(0.260~1.439)	0.261
肿瘤危险度分层(中低危=0;高危=1)	1.364	0.524	7.833	3.914(1.505~10.176)	0.005

状腺癌患者的术后随访亦显示限碘盐饮食对患者本人及其家庭生活及心理有所影响,限碘盐饮食甚至会造成低钠血症[16]。但是关于限碘盐饮食是否会影响患者体内碘含量和摄取^{131}I 的能力,目前仍缺乏研究。

尿碘浓度可用来评估饮食中碘的摄入,摄碘率可反映甲状腺代谢水平和患者摄取^{131}I 的能力。文献报道高碘饮食的小鼠尿碘浓度高于低碘饮食的小鼠尿碘浓度[17]。本研究结果显示,正常碘盐饮食患者的尿碘浓度略高于限碘盐饮食患者的尿碘浓度,但差异无统计学意义,这表明正常碘盐饮食所增加的体内碘含量很少。有研究表明,尿碘浓度大于 200 μg/L 会影响患者^{131}I 治疗的效果,若尿碘大于 200 μg/L,不建议行^{131}I 治疗[4-5]。本研究 logistic 回归分析示,肿瘤危险度分层可对尿碘浓度产生影响,但是否正常碘盐饮食未对尿碘浓度产生影响。既往有文献回顾性分析了 113 例中低危患者和 68 例高危患者的尿碘浓度,组间差异无统计学意义[5]。本研究中高危患者样本量较小,有 4 例高危患者尿碘浓度明显高于其他患者,因此可能存在个体差异。本研究正常碘盐饮食患者与限碘盐饮食患者^{131}I 治疗前的 2、4 和 24 h 摄碘率差异均无统计学意义。

综上所述,正常碘盐饮食患者与限碘盐饮食患者体内碘含量和对^{131}I 的摄取能力无明显差异,这提示 DTC 患者在行^{131}I 治疗前正常行碘盐饮食可能对疗效无明显影响。由于本研究收集病例数较少,可能忽略了混杂因素,例如患者自身对碘的吸收能力、不同手术方式。另外,未按肿瘤危险度分层对患者进行分组。摄碘率的影响因素很多,加碘盐可能只是其中之一,未来需要更多样本例数进行前瞻性研究。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王心宇:论文撰写;王庆祝、刘保平、阮翘:论文修改、经费支持;陈平:统计分析

参 考 文 献

[1] 中华医学会核医学分会. ^{131}I 治疗分化型甲状腺癌指南(2021 版)[J].中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(4): 218-241. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20201113-00412.
Chinese Society of Nuclear Medicine. Guidelines for radioiodine therapy of differentiated thyroid cancer (2021 edition)[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(4): 218-241. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20201113-00412.

[2] Lee KJ, Chang SO, Jung KY. Experiences with a low-iodine diet: a qualitative study of patients with thyroid cancer receiving radioactive iodine therapy[J]. Eur J Oncol Nurs, 2016, 23: 43-50. DOI: 10.1016/j.ejon.2016.02.011.

[3] World Health Organization. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimation: a guide for programme managers[M/OL]. 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2001 [2021-01-31]. http://apps.who.int/iris/handle/10665/61278.

[4] 曹景佳,刘勇,肖娟,等.中低危分化型甲状腺癌^{131}I 治疗前尿碘水平与最佳治疗反应的关系[J].中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(1): 35-40. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20191216-00293.
Cao JJ, Liu Y, Xiao J, et al. Relationship between urinary iodine level before ^{131}I treatment and excellent response in differentiated thyroid carcinoma patients with low-to-intermediate risk[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(1): 35-40. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20191216-00293.

[5] 姜玉艳,孟召伟,谭建,等.分化型甲状腺癌患者尿碘浓度与^{131}I 治疗效果的关系[J].中华核医学与分子影像杂志, 2021, 41(4): 207-211. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210201-00022.
Jiang YY, Meng ZW, Tan J, et al. Association between urinary iodine concentration and radioactive iodine therapeutic response in patients with differentiated thyroid cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(4): 207-211. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20210201-00022.

[6] 林润龙,于璟.分化型甲状腺癌患者放射性碘治疗前低碘准备的研究进展[J].中华核医学与分子影像杂志, 2019, 39(3): 182-186. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.03.016.
Lin RL, Yu J. Research progress on low iodine preparation for radioactive iodine therapy in differentiated thyroid carcinoma[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 39(3): 182-186. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.03.016.

[7] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thyroid Association management guidelines for adult patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer: the American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer[J]. Thyroid, 2016, 26(1): 1-133. DOI:10.1089/thy.2015.0020.

[8] Shakir MK, Krook LS, Schraml FV, et al. Symptomatic hyponatremia in association with a low-iodine diet and levothyroxine withdrawal prior to I131 in patients with metastatic thyroid carcinoma [J]. Thyroid, 2008, 18(7): 787-792. DOI:10.1089/thy.2008.0050.

[9] Lee M, Lee YK, Jeon TJ, et al. Low iodine diet for one week is sufficient for adequate preparation of high dose radioactive iodine ablation therapy of differentiated thyroid cancer patients in iodine-rich areas[J]. Thyroid, 2014, 24(8): 1289-1296. DOI:10.1089/thy.2013.0695.

[10] Herbert G, Searle A, England CY, et al. Experiences of low iodine diets in the treatment of differentiated thyroid cancer with radioactive iodine ablation therapy[J]. Clin Nutr ESPEN, 2020, 39: 190-197. DOI:10.1016/j.clnesp.2020.06.017.

[11] Kim SY, Park JM, Hwang JP. Analysis of iodine content in salts and Korean sauces for low-iodine diet education in Korean patients with thyroid cancer preparing for radioiodine therapy[J]. Nucl Med Mol Imaging, 2018, 52(3): 229-233. DOI:10.1007/s13139-017-0511-8.

[12] Bath SC, Steer CD, Golding J, et al. Effect of inadequate iodine status in UK pregnant women on cognitive outcomes in their children: results from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)[J]. Lancet, 2013, 382(9889): 331-337. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60436-5.

[13] Krela-Kaźmierczak I, Czarnywojtek A, Skoracka K, et al. Is there

an ideal diet to protect against iodine deficiency? [J]. Nutrients, 2021, 13(2): 513. DOI:10.3390/nu13020513.

[14] 郑合明,李小烽,杨金,等. 2011 年河南省碘缺乏病病情现况调查[J].中华地方病学杂志, 2013, 32(5): 526-528. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4255.2013.05.015.
Zheng HM, Li XF, Yang J, et al. Current status of iodine deficiency disorders in Henan Province in 2011[J]. Chin J Endemic Dis, 2013, 32(5): 526-528. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095- 4255.2013.05.015

[15] 河南省工业和信息化委员会.关于河南省食用盐碘含量标准的公告[EB/OL].(2018-09-28)[2022-03-20]. https://dhh.dahe.cn/con/0929029291.
Henan Provincial Commission of Industry and Information Technology. Announcement on the iodine content standard of edible salt in Henan Province[EB/OL].(2018-09-28)[2022-03-20]. https://dhh.dahe.cn/con/0929029291.

[16] 李志刚,邓敬兰,汪静,等.放射性^{131}I 照射与分化型甲状腺癌细胞摄碘(^{125}I)率关系的实验研究[J].现代肿瘤医学, 2006, 14(6): 667-669. DOI:10.3969/j.issn.1672-4992.2006.06.010.
Li ZG, Deng JL, Wang J, et al. An experimental study on relationship between the uptake of radioiodine(^{125}I) and irradiation dosage in differential thyroid cancer cells[J]. J Modern Oncol, 2006, 14(6): 667-669. DOI:10.3969/j.issn.1672-4992.2006.06.010.

[17] 林松挺,杨玉珍.碘摄入量对大鼠肝脏组织中碘含量及钠碘转运体表达的影响[J].中国地方病防治杂志, 2016, 31(6): 621-622.
Lin ST, Yang YZ. The influence of iodine content and expression of sodium iodide symporter in the liver tissue of Wistar by iodine intake[J]. Chin J Control Endemic Dis, 2016, 31(6): 621-622.

(收稿日期:2022-04-18)

· 消息 ·

江苏省原子医学研究所张满达研究员生平介绍

张满达,我国优秀核医学专家、江苏省核医学研究与临床应用事业带头人、原江苏省原子医学研究所所长、国务院政府特殊津贴获得者,于 2023 年 3 月 1 日因病逝世,享年 86 岁。张满达研究员 1937 年 9 月出生于江苏省无锡市,1958 年 7 月毕业于苏州医士学校,1965 年 2 月毕业于无锡市卫生干部进修学校,历任国家科委同位素专业组成员、国家自然科学基金委员会评委、卫生部核医学专家咨询委员会副主任、卫生部核医学实验室主任、核医学国家重点实验室主任;任中华医学会核医学分会、中国核学会核医学分会第一、四届常委,第二、三届副主任委员;任江苏省医学会核医学分会主任委员、第五至八届江苏省人大代表。他还受中华医学会委托,承担了《中华核医学杂志》(现《中华核医学与分子影像杂志》)的编辑、出版任务,先后担任 5 届杂志编委会副总编,在杂志的创办以及中外核医学交流等方面发挥了重要作用。

张满达研究员毕生致力于医用放射性核素及其仪器国产化的研究。1958 年使用^{32}P^{m} 治疗真性红细胞增多症;1964 年研制成功分辨率和灵敏度高于进口仪器的 64 孔聚焦型准直器 X-Y 黑白扫描机,此后主持或参与了肾图仪、甲状腺功能仪的研制和医用放射性核素国产化的研究;1982 年于美国俄亥俄州立大学进修核素显像技术,回国后主持或参与了肝脏显像剂放射性磷酸^{113}In^{m} 注射液、γ 照相机全身骨显像等研究。他还为创建核医学国家重点实验室做出了突出贡献,开创性地带领江苏省原子医学研究所发展成为集科研、临床、科技开发、信息为一体的综合性核医学研究基地。张满达研究员领导了《英汉核医学词汇》的编写和校对,参与了《实用临床核医学》《临床核医学问答》《核医学手册》《临床技术操作规范核医学分册》的撰写;承担多项基金课题,获得多个国家新药证书,发表论文数十篇;获得国家科委奖、省科学大会奖、国防科工委四等奖、省科技进步四等奖等奖项;荣获国家级有突出贡献中青年专家、全国卫生先进工作者、江苏省劳动模范等称号,荣获中国核医学医师终身成就奖。

张满达研究员的逝世使我们痛失一位开拓创新、兢兢业业、夙夜为公的核医学专家和领路前辈。深切缅怀张满达研究员!