

## 论 著

中老年甲亢放射性碘<sup>131</sup>I治疗计算剂量法与固定剂量法比较研究\*王 嫚<sup>1</sup> 沈中原<sup>2,\*</sup>

1.安徽医科大学附属阜阳医院核医学科

2.安徽医科大学附属阜阳医院放射科

(安徽 阜阳 236000)

**【摘要】目的** 不同碘<sup>131</sup>I剂量制定方法在放射性碘<sup>131</sup>I治疗(radioiodine <sup>131</sup>I therapy, RIT)治疗中老年Graves病(Graves' disease, GD)的意义。**方法** 回顾性纳入2019年12月至2025年7月安徽医科大学附属阜阳医院中老年GD患者(中老年组, 年龄≥45岁)124例及青年GD患者(青年组, 年龄<45岁)124例。根据碘<sup>131</sup>I治疗剂量的计算方式将中老年组GD患者分为固定剂量组和计算剂量组。比较青年组和中老年组GD患者的一般资料、相关并发症及代谢情况, 以及中老年GD两组患者行碘<sup>131</sup>I的临床疗效、不良反应, 分析中老年GD患者的甲状腺重量与甲状腺摄碘率、甲状腺摄碘率的相关性。使用SPSS 24.0软件进行统计学分析,  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。定量资料组间比较采用两独立样本t检验, 性别、是否口服抗甲状腺药物(antithyroid drugs, ATD)、合并甲状腺结节、血脂异常等的组间差异采用卡方检验。采用Pearson相关分析甲状腺重量与甲状腺摄碘率、甲状腺摄碘率、RIT剂量的相关性。**结果** (1)青年组与中老年组GD患者的碘<sup>131</sup>I剂量分别为(8.32±1.58)、(8.46±2.52), 差异无统计学意义( $t = -0.503, P > 0.05$ ), 但是其病程、BMI、维生素D缺乏、血糖异常、TG异常、TC异常、HDL-C异常与青年组比较显著升高, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。 (2)中老年组GD患者的固定剂量组与计算剂量组的RIT剂量差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 但两组的治疗疗效、不良反应发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。 (3)中老年GD患者固定剂量组的甲状腺重量与甲状腺摄碘率( $r = 0.440, P < 0.05$ )、RIT剂量( $r = 0.406, P < 0.05$ )呈中度正相关; 计算剂量组的甲状腺重量与甲状腺摄碘率( $r = 0.406, P < 0.05$ )、RIT剂量( $r = 0.459, P < 0.05$ )呈中度正相关。**结论** 中老年Graves病患者放射碘<sup>131</sup>I治疗制定剂量选择计算剂量法较固定剂量法更为精准, 利于减低辐射损伤、减轻经济压力。

**【关键词】** Graves病;

单光子发射型计算机断层显像;

放射性碘摄取技术; 碘<sup>131</sup>I治疗;

中老年人

**【中图分类号】** R581**【文献标识码】** A**【基金项目】** 2024年安徽省高校科学研究

基金项目(2024AH050736)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.012

## Comparative Study of Computed Dose and Fixed Dose of Radioactive Iodine-131 in the Treatment of Hyperthyroidism in Middle and Old Age\*

WANG Man<sup>1</sup>, SHEN Zhong-yuan<sup>2,\*</sup>.

1.Department of Nuclear Medicine, Fuyang Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Fuyang 236000, Anhui Province, China

2.Department of Radiology, Fuyang Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Fuyang 236000, Anhui Province, China

**ABSTRACT**

**Objective** Significance of different iodine-131 dose formulation methods in radioiodine <sup>131</sup>I therapy (RIT) for Graves' disease (GD) in middle-aged and elderly patients. **Methods** A total of 124 elderly patients with GD (aged ≥ 45 years) diagnosed at Anhui Medical University Affiliated Fuyang Hospital from December 2019 to July 2025, as well as 124 young patients with GD (aged less than 45 years) were retrospectively included. The general information, related complications and metabolic status of GD patients in the young group and the middle-aged and elderly group were compared, as well as the clinical efficacy and adverse reactions of iodine-131 patients in the middle-aged and elderly groups, and the correlation between thyroid weight and thyroid technetium uptake rate and thyroid iodine uptake rate in the middle-aged and elderly GD patients was analyzed. SPSS 24.0 software was used for statistical analysis, and  $P < 0.05$  was considered statistically significant. The t test of two independent samples was used for comparison between the quantitative data groups, and the Chi-square test was used for differences between groups such as gender, oral ATD, thyroid nodules, blood glucose and lipid disorders, etc. Pearson correlation was used to analyze the correlation between thyroid weight and thyroid iodine uptake rate, thyroid technetium uptake rate and RIT dose. **Results** (1) The dose of iodine-131 in GD patients in youth group and middle-aged and elderly group was (8.32±1.58) and (8.46±2.52), respectively, with no statistical significance ( $t = -0.503, P > 0.05$ ). However, the disease course, BMI, vitamin D deficiency, abnormal blood glucose, abnormal TG, abnormal TC and abnormal HDL-C were significantly increased compared with the youth group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). (2) There was statistical significance in RIT dose difference between fixed dose group and calculated dose group ( $P < 0.05$ ), but there was no statistical significance in therapeutic efficacy and incidence of adverse reactions between the two groups ( $P > 0.05$ ). (3) There was a moderate positive correlation between thyroid weight and technetium uptake rate ( $r = 0.440, P < 0.05$ ) and RIT dose ( $r = 0.406, P < 0.05$ ) in the fixed dose group of middle-aged and elderly GD patients. There was a moderate positive correlation between thyroid weight and thyroid technetium uptake rate ( $r = 0.406, P < 0.05$ ) and RIT dose ( $r = 0.459, P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with the fixed dose method, the dose-selecting method for the treatment of Graves' disease in middle-aged and elderly patients is more accurate, which is conducive to reducing radiation damage and economic pressure.

**Keywords:** Graves' Disease; Single Photon Emission Computed Tomography; Radioactive Iodine Uptake Technology; Iodine-131 Therapy; Middle-aged And Elderly People

Graves病(Graves' disease, GD)是甲状腺功能亢进(简称甲亢)最常见的病因, 占所有甲亢的4/5以上<sup>[1]</sup>。Graves病是累及神经、消化、心血管等多系统的自身免疫性内分泌疾病, 具体表现为怕热多汗、易激怒、手指震颤、心悸、眼球突出、食欲增多、不孕或不育等, 严重影响患者生活<sup>[2]</sup>。Graves病好发生于20-40岁<sup>[3]</sup>, 女性患者发病率是男性的4~10倍。近年来, 由于人们受到的生活压力增加、饮食结构转换及生活环境的改变, Graves病发病率呈上升趋势。我国GD患病率为0.53%。

中老年甲状腺功能亢进症人群(简称中老年性甲亢)因临床症状不典型, 起病隐匿, 极易漏诊、误诊<sup>[4-5]</sup>。近年来, 由于检验及检查手段的提高, 其发病率逐年提高。目前, 治疗老年人甲亢的方法有放射性碘<sup>131</sup>I(131I)治疗(radioiodine-<sup>131</sup>I therapy, RIT)、抗甲状腺药物(antithyroid drugs, ATD)和手术<sup>[6]</sup>。ATD能抑制甲状腺素的形成, 控制甲亢症状, 疗效较好, 但服药期间存在肝功能损害、外周血白细胞计数减少、过敏性皮疹等副作用及用药疗程长、停用抗甲状腺药物治疗后复发等缺点, 限制其临床应用。放射性<sup>131</sup>I和甲状腺具有高亲和力, 衰变所产生的射线对邻近组织损伤较小, 整体不良反应较ATD药物小, 具有操作简便、安全廉价、高治愈率等突出优势, 不存在手术风险, 绝对禁忌症很少, 对于病程长、ATD治疗停药后复发、伴有心房颤动或心功能不全或其他并发症或慢性病的老年甲亢患者更倾向于推荐应用RIT彻底治愈甲亢<sup>[7]</sup>。然而, 甲亢RIT的治疗效果受诸多因素影响, 除了性别、年龄, 还与甲亢的严重程度、是否口服ATD及放射性碘摄取技术(radioactive iodine uptake, RAIU)、<sup>131</sup>I治疗剂量等有关, 且众多学者对此观点不统一。本研究前瞻性选取第一次行RIT的中老年Graves病患者, 探讨<sup>131</sup>I治疗剂量的制定方法对其疗效、不良反应的影响, 有助于更精准的定制<sup>131</sup>I治疗剂量, 以

**【第一作者】** 王 嫚, 女, 博士, 主要研究方向: 甲状腺功能亢进相关研究。E-mail: 501935851@qq.com

**【通讯作者】** 沈中原, 男, 主治医师, 主要研究方向: 头颈部影像诊断。E-mail: 1069616768@qq.com

降低不必要的辐射损伤，减轻经济负担，达到安全又有效地控制中老年Graves病患者的病情。

## 1 材料和方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2019年12月至2025年7月在安徽医科大学附属阜阳医院核医学科进行放射性碘131治疗的Graves病患者。全部患者参照2019年中国甲状腺疾病Graves病诊治指南确诊<sup>[8]</sup>。

纳入标准：临床诊断明确的Graves病患者。初发甲亢未服用抗甲状腺药物或停用抗甲状腺药物2周。低碘饮食1~2周及1个月内未接受过碘造影等检查或服用含碘药物。排除标准：各种继发原因导致的甲亢；妊娠、哺乳期妇女；活动期甲亢突眼患者、急性心肌梗死患者、严重肝肾不全者；无法完成单光子发射型计算机断层显像(single-photon emission computed tomography/computed tomography, SPECT/CT)高锝酸盐(<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-)核素显像或RAIU者。

所有甲亢患者131I治疗剂量皆由科室2位高年资医师共同确定。所有患者均入院完成血清甲状腺功能、血脂、血钙、血钾、总25-羟维生素D检查，记录性别、年龄、病程、是否服用ATD、身体质量指数(body mass index, BMI)。

本研究遵守《赫尔辛基宣言》，经安徽医科大学附属阜阳医院伦理委员会批准，批准文号：KY202438，医患双方签署知情同意书。患者一次性空腹口服131I液由原子高科股份有限公司提供，国药准字(H10960249)。

## 1.2 方法

**1.2.1 中老年GD患者的分组** 中老年组按照RIT治疗剂量的计算方法不同分为固定剂量组和计算剂量组。计算剂量组根据SPECT/CT核素显像定量测量甲状腺重量，结合RAIU 24小时(h)最高摄碘率，按照公式：甲亢131I治疗剂量(uCi)=每克甲状腺组织计划给予的131I剂量(uCi/g)×甲状腺重量(g)×120%/24 h 最高RAIU(%)计算后，结合病史、甲状腺超声及手触诊法等校正RIT剂量<sup>[6]</sup>。固定剂量组采用手触诊法估测甲状腺重量给与患者131I治疗剂量：甲状腺 I 度肿大给予5.0mCi；甲状腺 II 度肿大给予10.0 mCi；对于甲状腺 III 度肿大给予15.0 mCi<sup>[9]</sup>。

**1.2.2 SPECT/CT甲状腺摄碘显像**(Discovery NM670, GE公司, 美国)：患者静脉注射5.0mCi <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-后30 min~1 h采用双探头低能高分辨平行孔准直器，对准甲状腺部位，距颈部皮肤约20 cm进行显像，设置能峰140 keV、矩阵256×256、窗宽20%、放大倍数 2.57、采集计数500 K。

甲状腺吸碘功能测量仪(JXY自动式, 合肥众成)：患者空腹口服2~10 (μCi)131I后继续禁食2 h，于2h、6h、24 h对甲状腺部位放射性计数，记录最高甲状腺摄碘率(%)。

于碘131治疗前及每次门诊复查时抽取患者空腹静脉血，检测甲状腺功能、甲状腺抗体、血脂四项、血钙血钾及总25-羟维生素D。

**1.3 图像分析方法** 甲状腺<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-显像重量计算：进入SPECT仪器配置的后处理系统，分别于甲状腺左/右侧叶边缘(红色与蓝色之间)手动勾画来获得甲状腺重量(g)，得出总甲状腺重量，见图1。甲状腺摄碘率(%)由SPECT设备系统自带的分析系统自动计

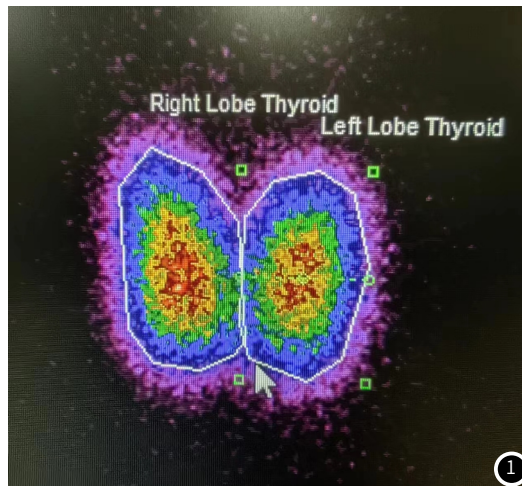


图1 SPECT/CT甲状腺重量测量示意图。

算。正常成人甲状腺重量为25~30克。如患者甲状腺重量超过35克，即为甲状腺肿大。

**1.4 统计学处理** 采用SPSS 24.0统计学软件进行数据分析，计量资料采用独立样本t检验，以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示；计数资料采用 $\chi^2$ 检验用率(%)表示。对SPECT/CT定量测定的甲状腺重量与甲状腺摄碘率、摄碘率、RIT剂量进行Pearson相关性分析。P<0.05为差异有统计学意义。

**1.5 治疗随访** 所有Graves病患者口服碘131溶液后3月内不再追加抗甲状腺药物，门诊随访1年。疗效评价标准：(1)甲状腺功能减低(简称甲减)：原有甲亢症状消失，出现乏力、反应迟钝、少汗等甲减症状，FT4或和FT3水平低于正常值；(2)治愈：甲亢症状消失，甲状腺功能三项正常；(3)缓解：甲亢症状呈现缓解，FT4或和FT3水平下降但未到达正常；(4)无效：甲亢症状仍然典型，FT4或和FT3水平持续升高或不下降。

## 2 结果

**2.1 Graves病患者临床资料数据分析** 本研究青年组和老年组

表1 Graves病患者的一般资料比较

	所有患者(n=248)	青年组(n=124)	中老年组(n=124)	$\chi^2$ 值/t值	P
年龄(岁)	44.31±13.24	33.28± 6.53	55.34 ± 8.02	23.726	0.000
男/女	92/156	48/76	44/80	0.276	0.693
病程(月)	21.72 ±58.23	14.40 ±10.58	29.02±81.17	-1.989	0.048
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.92 ± 3.44	21.65 ± 2.48	24.18 ± 3.80	6.219	0.000
RIT剂量(mCi)	8.39 ± 2.10	8.32 ± 1.58	8.46 ± 2.52	-0.503	0.615
口服ATD	111(44.7%)	52(41.9%)	59(47.5%)	0.799	0.444
合并甲状腺结节	99(39.9%)	46(37.0%)	53(42.7%)	0.824	0.437
甲亢性眼病	13(5.2%)	5(4.0%)	7(5.6%)	0.350	0.769
甲亢性心脏病	48(19.3%)	18(14.5%)	30(24.2%)	3.720	0.054
肝功能受损	69(27.8%)	32(25.8%)	37(29.8%)	0.502	0.571
白细胞减少	28(11.3%)	13(10.4%)	15(12.0%)	0.161	0.841
周期性麻痹	9(3.6%)	5(4.0%)	4(3.2%)	0.115	1.000

维生素D缺乏	46(18.5%)	15(12.0%)	31(25.0%)	6.833	0.014
血糖异常	36(14.5%)	10(8.0%)	26(20.9%)	8.319	0.006
TG 异常	53(21.3%)	18(6.4%)	35(12.0%)	6.935	0.013
TC 异常	57(22.9%)	17(5.6%)	40(12.0%)	12.050	0.001
HDL-C 异常	69(27.8%)	22(17.7%)	47(37.9%)	12.550	0.001
LDL-C 异常	23(9.3%)	16(12.9%)	7(5.6%)	3.882	0.078

注: BMI: 身体质量指数; RIT: 放射性碘131治疗; ATD: 抗甲状腺药物; TG: 甘油三酯; TC: 胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白; LDL-C: 低密度脂蛋白。

在病程、BMI、维生素D缺乏、血糖异常、TG 异常、TC 异常、HDL-C 异常差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 见表1。

## 2.2 中老年Graves 病患者的一般资料、相关并发症和代谢情况等分析

表2 中老年Graves 病患者的一般资料、相关并发症及代谢情况分析

	固定剂量组	计算剂量组	$\chi^2$ 值/t值 P	
	(n=62)	(n=62)		
年龄(岁)	55.05 ± 7.71	55.63 ± 8.37	0.401	0.689
男/女	20/42	24/38	0.564	0.453
病程(月)	20.53 ± 43.10	37.50 ± 106.21	1.166	0.246
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.64 ± 3.48	23.73 ± 4.08	1.328	0.187
甲状腺重量(g)	43.36 ± 15.46	38.96 ± 13.97	1.662	0.099
甲状腺摄碘(%)	13.40 ± 8.22	10.97 ± 5.84	1.892	0.061
24h最高RAIU(%)	63.12 ± 14.72	63.14 ± 14.79	-0.009	0.993
RIT剂量(mCi)	8.96 ± 2.58	7.96 ± 2.38	2.241	0.027
口服ATD	35(56.4%)	24(38.7%)	3.912	0.418
合并甲状腺结节	27(43.5%)	26(41.9%)	0.000	1.000
甲亢性眼病	4(6.4%)	3(4.8%)	0.033	0.859
甲亢性心脏病	16(12.9%)	14(11.3%)	0.152	0.697
肝功能受损	16(25.8%)	21(33.8%)	0.151	0.697
白细胞减少	7(11.2%)	8(12.9%)	0.076	0.783
周期性麻痹	3(4.8%)	1(1.6%)	1.033	0.309
维生素D缺乏	20(32.2%)	11(17.7%)	3.484	0.062
血糖异常	14(22.5%)	12(19.3%)	0.195	0.659
TG 异常	9(14.5%)	6(9.6%)	0.683	0.409
TC 异常	7(11.2%)	8(12.9%)	0.076	0.783
HDL-C 异常	29(46.7%)	19(30.6%)	3.399	0.065
LDL-C 异常	2(3.2%)	5(8.0%)	1.363	0.243

注: BMI: 身体质量指数; RIT: 放射性碘131治疗; mCi: 毫居里; ATD: 抗甲状腺药物; TG: 甘油三酯; TC: 胆固醇; HDL-C: 高密度脂蛋白; LDL-C: 低密度脂蛋白。

差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 余各项并发症及代谢情况均无统计学意义, 见表2。

2.3 中老年Graves 病患者碘131治疗1年后的疗效分析 随访1年后, 依据患者甲状腺功能三项结果(TSH、FT3、FT4)和临床症状和体征判定疗效, 结果见表3。中老年Graves 病患者计算剂量组的治疗有效率(治愈率和甲减率)88.7%高于固定剂量组的治疗有效率87.1%。

2.4 中老年Graves 病患者碘131治疗的不良反应分析 随访记录1年内中老年Graves 病患者的主要不良反应情况, 结果显示两组患者的不良反应发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )(见表4)。

2.5 中老年Graves 病患者的甲状腺重量的相关性分析 本文中老年Graves 病甲状腺重量由SPECT/CT设备测算得出。中老年Graves 病固定剂量组和计算剂量组两组患者的甲状腺重量与甲状

表3 中老年Graves 病两组患者放射性碘131治疗1年后的疗效分析(%)

	治愈率	缓解率	无效率	甲减率
固定剂量组	64.5(40/62)	9.7(6/62)	3.2(2/62)	22.6(14/62)
计算剂量组	70.9(44/62)	8.0(5/62)	3.2(2/62)	17.7(11/62)
Z	0.590	0.100	0.000	0.451
P	0.442	0.752	1.000	0.502

表4 中老年Graves 病患者放射性碘131治疗后不良反应分析(%)

	甲状腺功能减退	骨髓抑制	胃肠道反应率	不良反应发生率
固定剂量组	22.6(14/62)	8.0(5/62)	16.1(10/62)	46.6(29/62)
计算剂量组	17.7(11/62)	4.8(3/62)	11.2(7/62)	33.8(21/62)
$\chi^2$	0.451	0.534	0.614	2.145
P	0.502	0.465	0.433	0.143

表5 中老年Graves 病两组患者甲状腺摄碘率、摄碘率及RIT剂量与甲状腺重量的相关性

组别	固定剂量组(n=62)	计算剂量组(n=62)	与甲状腺重量的相关性			
			固定剂量组		计算剂量组	
			r值	P值	r值	P值
甲状腺摄碘率(%)	10.25(7.47~17.15)	10.30(7.42~15.80)	0.440	0.000	0.448	0.000
甲状腺摄碘率(%)	64.25(52.50~75.55)	64.35(49.65~74.15)	0.185	0.150	0.093	0.474
RIT剂量(mCi)	10.00(5.00~10.00)	8.44(5.74~10.00)	0.406	0.001	0.459	0.000

腺摄碘率、RIT剂量均呈中度正相关( $r > 0.400$ ,  $P$ 值均 $< 0.05$ ), 而与甲状腺摄碘率相关性不大(见表5)。

## 3 讨论

本研究创新性以放射性碘131剂量的计算方法不同将中老年GD患者分为固定剂量组和计算剂量组, 评估中老年GD两组患者之

间的治疗疗效、不良反应,并对中老年GD甲状腺重量与甲状腺摄碘率、摄碘率、RIT剂量做相关性分析,结果发现,中老年GD患者固定剂量组和计算剂量组两组之间的RIT剂量差异有统计学意义,但治疗疗效、不良反应发生率差异无统计学意义;中老年GD患者两组患者的甲状腺重量均与甲状腺摄碘率、RIT剂量呈中度正相关。可见,中老年GD患者采用RIT治疗有效率高,计算剂量组和固定剂量组的效果相当、不良反应差异不大,但计算剂量组较固定剂量组制定的碘131剂量更低、更精细,有利于减轻患者经济压力及不必要的辐射损伤,更值得推荐计算碘131剂量。

**3.1 中老年组GD与青年组GD** 老年人甲亢最常见的病因是毒性多结节性甲状腺肿,其次是毒性甲状腺腺瘤和Graves病,而青年人甲亢较为常见病因是Graves病。老年Graves病人群多为淡漠型,表现为明显消瘦、心悸、神志淡漠、腹泻,这与青年Graves病人群典型高代谢的表现不同<sup>[10]</sup>。老年Graves病人群发病前常伴有血压、血糖水平异常、心律异常、血脂异常等慢性病,发病后又易伴发甲亢性糖尿病、甲亢性心脏病甚至精神病等严重并发症,故寻找快速、安全有效的治疗方法更为迫切。本研究显示,中老年组较青年组病程更长、BMI更大、维生素D缺乏及血糖、多项血脂指标异常更多。分析原因,与中老年组Graves病人群临床表现不典型、年龄较大、并发症较多有关,所有导致该病更易误诊、漏诊。本研究中,所有Graves病患者初次放射性碘131治疗前行药物治疗的患者仅占44.7%,低于国内众多学者的研究结果<sup>[11-13]</sup>。本研究中老年组Graves病患者治疗前伴有的并发症中甲亢性心脏病约24.2%、药物性肝损约29.8%、白细胞减少约12.0%,与张学敏等<sup>[13]</sup>研究结果比较,药物性肝损明显较多。分析原因,或许与当地经济欠发达、患者就诊意识不强、甲亢病程较长导致肝脏损伤较多有关。

**3.2 RIT治疗中老年GD及碘131剂量的制定方法** 放射性碘131在人体内可阻断甲状腺激素的释放,进而刺激甲状腺摄取大量的碘131,从而快速地降低血清FT<sub>4</sub>、FT<sub>3</sub>水平,具有操作简单可行、经济成本低、效果明确等优势,推荐临床医生将RIT作为治疗中老年甲亢患者的首选方式<sup>[14]</sup>。本研究中老年Graves病患者的RIT治疗有效率(甲功正常和甲减)约87.9%,高于与王芸等<sup>[11]</sup>研究的66.0%和齐永帅等<sup>[15]</sup>文中的78.03%,治疗无效率(3.2%)低于Quataert F等<sup>[16]</sup>研究的8%。分析原因,或许与本研究为中老年人群,为了尽快控制Graves病患者的病情,减少对全身各系统的损害,碘131治疗剂量略偏大有关。本研究中,124例中老年Graves病人群RIT后随访1年,20.1%的患者转变为甲状腺功能减低,明显低于Quataert F等<sup>[16]</sup>研究中一次RIT后5年随访中甲状腺功能减退的46.0%,分析原因,可能与随访时间有关,部分病人FT<sub>4</sub>和FT<sub>3</sub>水平未完全恢复正常。

通过1年时间的随访发现,一次RIT中固定剂量法与计算剂量法的治愈率均较高且非常接近,且两组中老年Graves病患者不良反应发生率差异无统计学意义,这与文献报道一致<sup>[16-17]</sup>。然而,本研究发现,两组中老年GD患者接受碘131治疗的剂量却有统计学差异,计算剂量组所得碘131剂量更小。可见,推荐RIT为治疗中老年甲亢的首选方法,其中计算剂量法使用的碘131剂量更低、更精准,可降低患者的辐射剂量、费用,更值得推荐。

**3.3 中老年GD患者的甲状腺重量与摄碘率、摄碘率、RIT的相关性** SPECT/CT甲状腺显像的精确定量分析得到临床应用和研究的普遍关注<sup>[18]</sup>。Dong F等<sup>[19]</sup>认为甲状腺摄碘率和甲状腺质量是<sup>131</sup>I治疗甲亢的重要预测因子。Graves病RIT成功的关键是碘131剂量的制定,甲状腺重量大小直接影响放射性碘131剂量的大小<sup>[6]</sup>。甲状腺重量的估算方式有多种,包括手触诊法、超声、CT、MRI及SPECT/CT甲状腺显像,不同方法各有利弊,其中SPECT/CT <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-甲状腺显像属于功能成像。但甲状腺核素平面显像易受甲状腺大小、厚度及腺体与周围本底放射性摄取比值等多种因素的影响<sup>[20]</sup>。为了更精准测算甲状腺重量,甲状腺体积或甲状腺显像摄碘ROI比值等方法可作为计算碘131剂量的依据,但对SPECT/CT仪器及后处理软件的要求更高。

本研究中老年Graves病患者的甲状腺重量从甲状腺核素平面显像测得,操作简单,与甲状腺摄碘率、RIT剂量均呈中度正

相关,而与甲状腺摄碘率相关性不大,这与Je'nine等<sup>[21]</sup>和万良荣等<sup>[22]</sup>研究结果有所出入。分析原因,或许与摄碘率做相关性的因素不同有关。

**3.4 局限性** (1)本研究中未分析研究碘131治疗Graves病前行抗甲状腺药物治疗对放射性碘131的疗效及并发症的影响。(2)甲亢患者未行甲状腺磁共振功能成像,如弥散加权成像,未分析碘131治疗甲亢患者的甲状腺重量、摄碘率、摄碘率变化值与甲状腺磁共振功能成像的参数变化间的关系。

## 4 结论

综上,应用放射性碘131治疗中老年Graves病的疗效确切,其中计算剂量法较固定剂量法使用碘131剂量更低、更精准,利于减少不必要的辐射损伤和经济压力,值得推荐为中老年Graves病患者放射碘131治疗制定剂量的可靠方法。

## 参考文献

- [1]葛均波,徐永健,王辰.内科学[M].9版.北京:人民卫生出版社.2018:680-694.
- [2]Ahmed FW,Kirresh OZ,Majeed MS,et al.Meta-analysis of randomized controlled trials comparing the efficacy of radioactive iodine monotherapy versus radioactive iodine therapy and adjunctive lithium for the treatment of hyperthyroidism[J].Endocr Res,2021,46(4):160-169.
- [3]Pokhrel B,Bhusal K.Graves Disease. In: StatPearls.Treasure Island (FL):StatPearls Publishing,June 20,2023.
- [4]Caputo M,Pecere A,Sarro A,et al.Incidence and prevalence of hyperthyroidism: a population-based study in the Piedmont Region, Italy[J].Endocrine,2020,69(1).
- [5]中华医学会老年医学分会老年内分泌代谢病学组,中华医学会内分泌学会甲状腺学组.中国老年人甲状腺疾病诊疗专家共识(2021)[J].中华内分泌代谢杂志,2021,37(5):20.
- [6]Xing YZ,Zhang K,Jin G.Predictive factors for the outcomes of Graves' disease patients with radioactive iodine (<sup>131</sup>I) treatment[J].Biosci Rep,2020,40(1):BSR20191609.
- [7]Hirotschi N,Yoshimura N J,Koichi I,et al.Comparison of methimazole and propylthiouracil in patients with hyperthyroidism caused by graves' disease[J].J Clin Endocrinol Metab,2007,92(6):2157-2162.
- [8]中华医学会核医学分会,李林,李思进.131I治疗格雷夫斯甲亢指南(2021版)[J].中华核医学与分子影像杂志,2021,41(4):242-253.
- [9]Kim YA,Cho SW,Choi HS,et al.The presence of anti-TPO antibodies increase the likelihood of post-<sup>131</sup>I hypothyroidism[J].Hormone and Metabolic Research,2024(2):56.
- [10]中华医学会,中华医学杂志社,中华医学会全科医学分会,等.甲状腺功能亢进症基层诊疗指南(实践版·2019)[J].中华全科医师杂志,2019,18(12):1129-1135.
- [11]王芸,张强,凌雁,等.Graves'病(GD)放射性碘治疗效果的影响因素[J].复旦学报:医学版,2018,45(6):5.
- [12]钟吉俊,冯萍,刘威平,等.<sup>131</sup>I联合强的松治疗Graves'甲状腺功能亢进的疗效分析[J].中华全科医学,2016,14(11):1880-1880.
- [13]张学敏,马丽,陈正福.<sup>131</sup>I治疗老年性甲状腺功能亢进症临床应用及疗效评价[J].陕西医学杂志,2016,45(05):572-573.
- [14]Park H,Kim H I,Park J,et al.The success rate of radioactive iodine therapy for Graves' disease in iodine-replete area and affecting factors:a single-center study[J].Nuclear Medicine Communications,2019,41(3):1.
- [15]齐永帅,池晓华,江英,等.甲状腺<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-显像ROI比值的作用:估算个体化治疗甲亢的<sup>131</sup>I剂量[J].南方医科大学学报,2022,42(11):1618-1627.
- [16]Quataert F,Bravenboer B,Keyaerts M,et al.The presence of anti-TPO antibodies increase the likelihood of post-<sup>131</sup>I hypothyroidism[J].Hormone and Metabolic Research,2024,56(2):134-141.
- [17]Soli I A,Issoufou D M,Rahabi S,et al.Determination of administered activities for the treatment of Graves' disease with iodine-<sup>131</sup>: proposition of a simplified dosimetric procedure[J].World Journal of Nuclear Medicine[2024-05-29].
- [18]Lee H,Kim JH,Kang YK,et al.Quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography for technetium pertechnetate thyroid uptake measurement[J].Medicine.2016,95(27):e4170.
- [19]Dong F,Li L,Bian YZ,et al.Standardized uptake value using thyroid quantitative SPECT/CT for the diagnosis and evaluation of Graves' disease: a prospective multicenter study[J].Biomed Res Int,2019,2019:1-8.
- [20]Wang H,Yu D,Tan Z,et al.Estimation of thyroid volume from scintigraphy through 2D/3D registration of a statistical shape model[J].Physics in Medicine & Biology,2019.
- [21]Je'nine,Horn-Lodewyk.Correlation of radioiodine doses for 6-hr and 24-hour iodine-<sup>131</sup> thyroid uptake values for Graves' hyperthyroidism[J].Endocrine Journal,2019,66(12):1047-1052.
- [22]万良荣,黄干,刘建军.<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>- SPECT/CT定量显像在测定毒性弥漫性甲状腺肿患者SUV值和甲状腺体积中的应用[J].上海交通大学学报(医学版),2020,40(12):1637-1640.

(收稿日期:2024-11-07)

(校对编辑:赵望淇)