

论 著

# 分化型甲状腺癌全切术并<sup>131</sup>I清甲治疗后SPECT/CT在残留甲状腺组织的诊断价值

艾媛\* 周婷 苏莉  
 武汉科技大学附属孝感医院核医学科  
 (湖北孝感 432000)

**【摘要】目的** 探讨分化型甲状腺癌(DTC)全切并<sup>131</sup>I清甲治疗后, SPECT/CT在残留甲状腺组织的诊断价值。**方法** 选择2020年9月至2023年9月本院完成DTC全切术及术后<sup>131</sup>I清甲治疗的DTC患者103例为研究对象, 分别统计其<sup>131</sup>I剂量与血清促甲状腺激素(TSH)、甲状腺球蛋白(Tg)水平。所有病例均于<sup>131</sup>I清甲治疗后一年行SPECT/CT检查, 分析SPECT/CT显像诊断残留甲状腺组织的准确性。**结果** 103例完成DTC全切术及术后<sup>131</sup>I清甲治疗的患者中, 治疗后1年有残留甲状腺组织发生率为14.56%(15/103)。残留组患者<sup>131</sup>I使用剂量以及血清TSH、Tg水平高于未残留组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。经Kappa一致性检验, SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织的一致性较高(Kappa值为0.706)。SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织的准确度高于平面显像, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); SPECT/CT平面显像、断层融合显像诊断残留甲状腺组织的敏感度和特异度比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** SPECT/CT显像诊断DTC全切术后<sup>131</sup>I清甲治疗后残留甲状腺组织具有较高的临床价值。

**【关键词】** SPECT/CT; 分化型甲状腺癌;  
<sup>131</sup>I清甲治疗; 残留甲状腺组织

**【中图分类号】** R736.1

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.008

# Clinical Value of SPECT/CT Imaging in The Diagnosis of Residual Thyroid Tissues after <sup>131</sup>I Removal Therapy and Total Resection of Differentiated Thyroid Carcinoma

AI Yuan\*, ZHOU Ting, SU Li.

Department of Nuclear Medicine, Xiaogan Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Xiaogan 432000, Hubei Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To explore the clinical value of SPECT/CT imaging in the diagnosis of residual thyroid tissues after <sup>131</sup>I removal therapy and total resection of differentiated thyroid carcinoma (DTC). **Methods** A total of 103 patients with DTC undergoing total resection of DTC and <sup>131</sup>I removal therapy in the hospital were enrolled as the research objects between September 2020 and September 2023. <sup>131</sup>I dose and levels of serum thyroid stimulating hormone (TSH) and thyroglobulin (Tg) in all patients were recorded. All patients underwent SPECT/CT whole body plane imaging and fusion tomography imaging at 1 year after <sup>131</sup>I removal therapy. Taking pathological biopsy as the golden standard, accuracy of SPECT/CT imaging in the diagnosis of residual thyroid tissues was analyzed. **Results** According to the results of pathological biopsy, the incidence of residual thyroid tissue was 14.56% (15/103) in 103 patients who underwent total DTC resection and <sup>131</sup>I removal therapy. <sup>131</sup>I dose and levels of serum TSH and Tg in residual group were higher than those in non-residual group ( $P<0.05$ ). Kappa consistency test showed that consistency of SPECT/CT fusion tomography imaging was high in the diagnosis of residual thyroid tissues (Kappa=0.706). The diagnostic accuracy of SPECT/CT fusion tomography imaging was higher than that of plane imaging ( $P<0.05$ ), but there was no significant difference in diagnostic sensitivity or specificity ( $P>0.05$ ). **Conclusion** SPECT/CT imaging has high clinical value in the diagnosis of residual thyroid tissues after <sup>131</sup>I removal therapy and total resection of DTC. The consistency between fusion tomography imaging.

**Keywords:** SPECT/CT Imaging; Differentiated Thyroid Carcinoma; <sup>131</sup>I Removal Therapy; Residual Thyroid Tissue

甲状腺癌是最常见的内分泌系统恶性肿瘤, 占全身恶性肿瘤的1.1%<sup>[1]</sup>。分化型甲状腺癌(differentiated thyroid carcinoma, DTC)包括乳头状癌和滤泡状癌, 是最主要的甲状腺癌类型, 涵盖了90%以上的患者<sup>[2]</sup>。虽然大部分DTC长期预后良好, 但仍有一部分患者(如手术时已经有颈部淋巴结转移、甲状腺外侵犯或远处转移, 有甲状腺癌家族史, 手术有残留灶等)会在治疗后出现局部疾病持续或复发<sup>[3]</sup>。大多数DTC可采取甲状腺全切或者尽全切除的术式, 绝大多数患者能获得良好的预后, 但仍有一部分患者会在治疗后出现局部疾病持续或复发, 术后<sup>131</sup>I治疗可减少中高危复发患者的局部复发<sup>[4]</sup>。SPECT平面全身显像对病灶精确定位较为困难, 且分辨率受到一定限制<sup>[5]</sup>。因此, 需探寻其它更为准确的方式诊断病灶位置。SPECT/CT主要利用单光子核素作为标志物, 通过采用图像融合技术, 发挥功能图像和解剖图像检查技术的优势同时还能弥补各自的不足, 不仅可以显示病灶位置, 也能显示全身脏器或组织的功能、代谢变化<sup>[6]</sup>。随着SPECT/CT临床应用的开展, SPECT/CT广泛应用于骨肌、泌尿、内分泌、心血管等全身大多数系统的脏器功能显像, 并在肿瘤术后病灶残留或转移灶的检查中有着显著优势<sup>[7-9]</sup>。本研究旨在探讨SPECT/CT显像诊断DTC全切术后<sup>131</sup>I清甲治疗后残留甲状腺组织的临床价值, 为临床评估患者治疗效果提供依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 本研究通过医院医学伦理委员会审核。选择2020年9月至2023年9月本院完成DTC全切术及术后<sup>131</sup>I清甲治疗的DTC患者103例为研究对象, 其中男28例, 女75例; 年龄26~67岁, 平均(46.71±10.36)岁; 甲状腺乳头状癌90例, 滤泡状癌13例; 平均病灶直径(3.38±0.42)cm。患者均在停用甲状腺素片或优甲乐3周、促甲状腺激素(TSH)均大于30 IU/L以上进行<sup>131</sup>I治疗。

**纳入标准:** 均经病理证实为DTC, 并顺利完成手术及术后<sup>131</sup>I清甲治疗; 年龄介于18至70岁; 均于治疗后1年接受SPECT/CT显像检查; 患者及其家属均知晓本研究, 并签署知情同意书。**排除标准:** 存在其他恶性肿瘤; 存在全身重要器官严重损伤; 妊娠、哺乳期女性; 无法进行有效沟通; 无法依从辐射隔离防护指导; 影像图片存在严重伪影无法进行有效观察。

**1.2 方法** (1)SPECT/CT显像: 显像仪器为采用美国GE Discovery NM/CT670pro SPECT/CT仪器, 床速 20cm/min, 先行透射扫描随后行发射扫描。CT电流 2.5mA, 电压120V, SPECT显像的矩阵为128×128, 旋转360, 1 帧/6.30秒/帧。采集后的图像用迭代法重建, 再将获得的SPECT和CT 图像经计算机软件技术进行图像融合。所有患者

**【第一作者】** 艾媛, 女, 主治医师, 主要研究方向: 核医学科。E-mail: 508428610@qq.com

**【通讯作者】** 艾媛

由同1名高级职称影像学医师进行检查。患者取仰卧位，从头到脚行前后位采集全身碘显像，显像发现异常浓聚灶，行SPECT/CT断层融合显像。经过计算机处理，图像整合获得横断面、冠状面及矢状面局部三维断层图像，进行浓聚灶中<sup>131</sup>I代谢情况、CT解剖学分析，由2位具有5年以上影像学诊断经验的医师采用双盲法综合分析所有获得的图像资料，若出现诊断结果不一致则共同讨论后得出唯一结论。(2)治疗后采集所有患者空腹静脉血3 mL，离心处理(3000r/min转速)10min后取上层血清液，采用罗氏Roche Cobas 6000全自动电化学发光仪检测TSH及甲状腺球蛋白(Tg)水平，Tg值检测范围3.5-77 ng/mL，检测值超过检测范围上限者稀释后检测。TSH值检测范围 0.27-4.2uIU/mL。

**1.3 观察指标** (1)比较残留组和未残留组患者<sup>131</sup>I使用剂量以及血清TSH、Tg水平。(2)分析SPECT平面显像、SPECT/CT断层融合显像对残留甲状腺组织的诊断效能。

**1.4 统计学方法** 所有纳入的DTC患者需分析的数据均输入SPSS 22.0统计学软件进行。计量资料均利用Shapiro-Wilk检验验证是否符合正态分布，若符合则以( $\bar{x} \pm s$ )的形式表示并行t检验分析组间差异。 $\chi^2$ 检验分析计数资料(以例或%的形式表示)组间差异。Kappa一致性检验分析SPECT/CT平面显像、断层融合显像对残留甲状腺组织的诊断效能，Kappa值 $\geq 0.7$ 、介于0.4~0.7、 $< 0.4$ 分别表示一致性较高、中等、较弱。 $P < 0.05$ 提示有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 残留甲状腺组织发生情况** 103例完成DTC全切术及术后

<sup>131</sup>I去除治疗的患者中，治疗后有残留甲状腺组织患者15例(残留组)，无残留甲状腺组织患者88例(未残留组)。

表1 <sup>131</sup>I 剂量及血清TSH、Tg水平

组别	<sup>131</sup> I 剂量(mBq)	TSH(Mu/L)	Tg(ng/mL)
残留组(n=15)	3874.40±104.627	119.81±19.10	10.51±1.32
未残留组(n=88)	3651.78±116.80	108.53±15.68	9.75±2.05
t	6.918	2.492	4.838
P	<0.001	0.014	<0.001

**2.2 <sup>131</sup>I 剂量及血清TSH、Tg水平** 残留组患者<sup>131</sup>I使用剂量以及血清TSH、Tg水平高于未残留组( $P < 0.05$ )。见表1。

**2.3 SPECT/CT显像诊断残留甲状腺组织** SPECT平面显像诊断残留甲状腺组织的一致性中等(Kappa值为0.414)，SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织的一致性较高(Kappa值为0.706)。SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织的准确度高于平面显像，差异有统计学意义( $P < 0.05$ )；SPECT/CT平面显像、断层融合显像诊断残留甲状腺组织的敏感度和特异度比较，差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2~3。

**2.4 SPECT/CT显像诊断残留甲状腺组织影像学表现** 见图1~2。

表2 SPECT/CT显像诊断残留甲状腺组织结果

SPECT/CT显像		病理组织活检		合计
		残留	未残留	
平面显像	残留	11	16	27
	未残留	4	72	76
	合计	15	88	103
断层融合显像	残留	14	8	22
	未残留	1	80	81
	合计	15	88	103

表3 SPECT/CT显像诊断残留甲状腺组织

SPECT/CT显像	敏感度	特异度	准确度
平面显像	73.33(11/15)	81.82(72/88)	80.58(83/103)
断层融合显像	93.33(14/15)	90.91(80/88)	91.26(94/103)
$\chi^2$	2.160	3.088	4.856
P	0.142	0.079	0.028

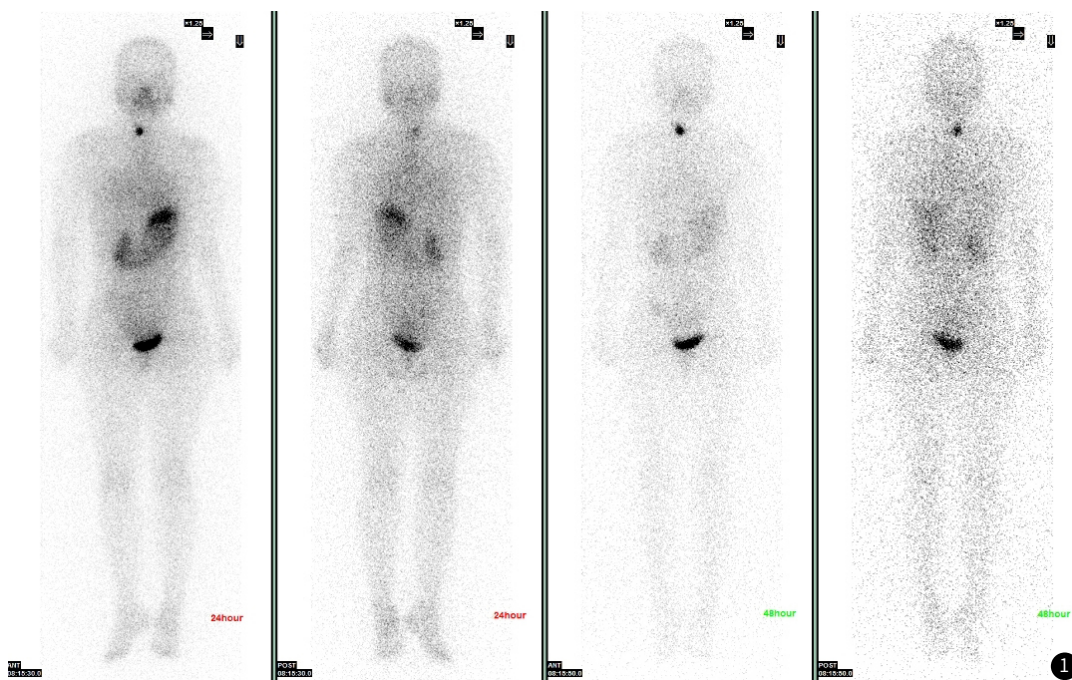


图1 SPECT/CT平面显像见颈部残留甲状腺组织，其他部位未见明显异常摄碘灶。

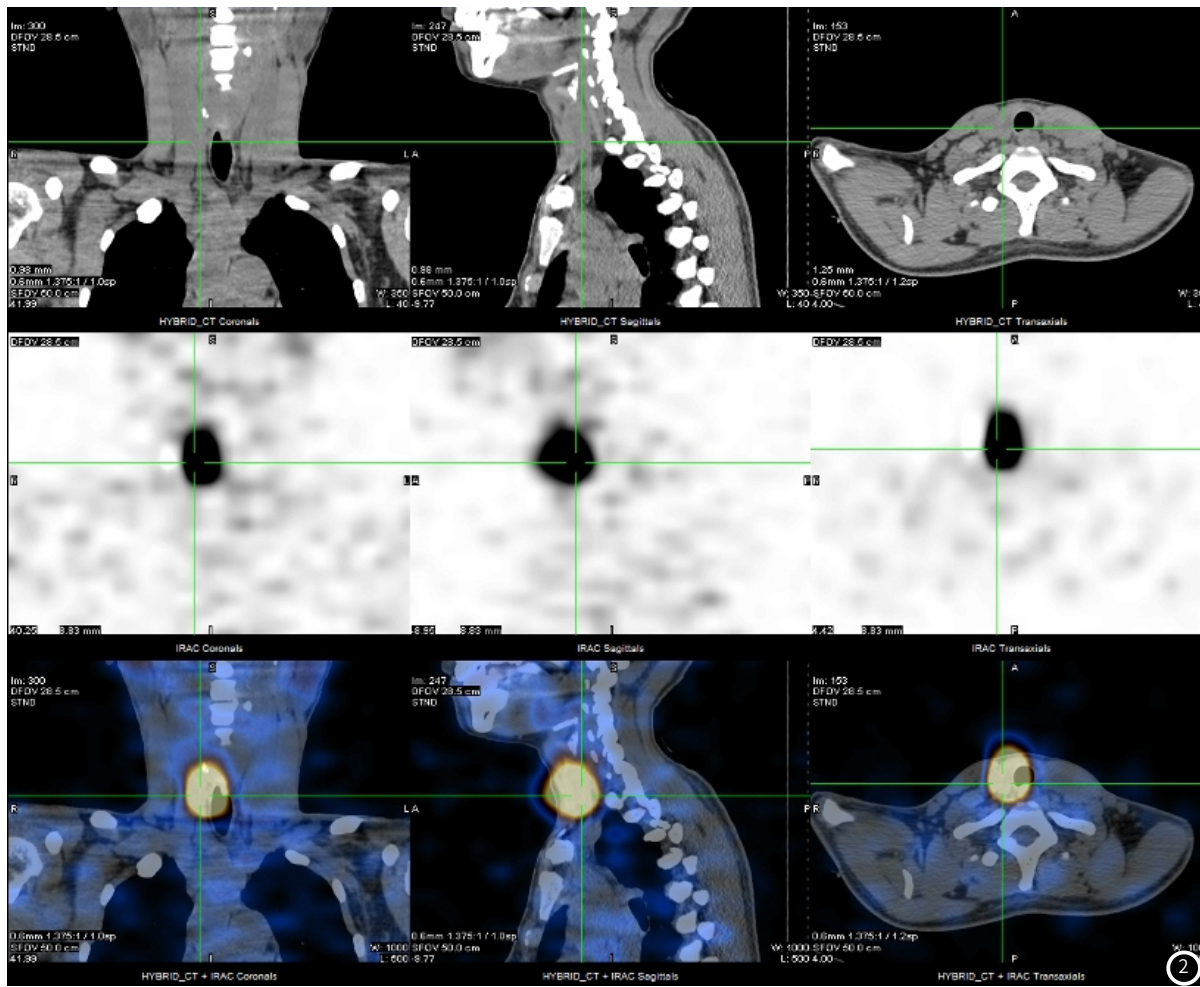


图2 SPECT/CT颈部断层融合显像可见甲状腺区放射性分布浓聚影，同机CT可见甲状腺呈术后改变，双颈部未见异常淋巴结肿大。

### 3 讨论

近30年来，甲状腺癌发病率持续快速增长，据国家癌症中心估算数据，我国2022年甲状腺癌新发病例为46.6万，占全球甲状腺癌新发病例的一半以上，中国已经成为甲状腺癌高发国家，甲状腺癌也成为威胁我国人群健康的重要疾病之一<sup>[10]</sup>。甲状腺癌的治疗可能需要终身进行疾病管理，包括术后<sup>131</sup>I治疗以及内分泌治疗等，术后我们要对患者进行详尽的评估，实现动态风险分层，决策后续治疗，从而达到保障患者生存质量和降低癌症复发率的目的，这也就提示甲状腺癌的术后管理非常重要<sup>[11]</sup>。在DTC行<sup>131</sup>I治疗后通常进行全身显像以确定术后患者局部的甲状腺组织是否存在残留，因为残留可能会导致复发风险；若局部手术效果不错，还需探查是否存在摄碘性远处转移灶，或预判已知的远处转移病灶是否摄碘，进而实时了解病情、预测<sup>131</sup>I治疗疗效<sup>[12]</sup>。病理组织活检是诊断肿瘤病灶的金标准，但其为有创操作，且操作不便性使其难以作为疗效监测方法。本研究中103例完成DTC全切术及术后<sup>131</sup>I去除治疗的患者中，治疗后有残留甲状腺组织患者15例，发生率为14.56%，在既往国内外研究<sup>[13-15]</sup>报道的9.8%~28.7%范围内。

医学影像学可根据提供的信息内涵分为解剖结构成像(CT、MRI等)和功能成像(SPECT、PET等)，反映解剖形态结构的图像以较高的空间分辨率提供了清晰的解剖结构信息，但其不能提高功能、代谢信息；而功能图像分辨率较差，难以得到精确的解剖

结构和定位信息，但它能反映脏器的功能、代谢信息。随着技术的进步，为发挥功能图像和解剖结构图像各自优势及弥补各自不足，产生了一种将功能图像和解剖图像融合的SPECT/CT图像融合技术。SPECT/CT图像融合技术集功能图像与解剖结构图像于一体，其诊断效能远远大于单独的SPECT或单独的CT，达到1+1>2的效果<sup>[16]</sup>。本研究中，SPECT平面显像诊断残留甲状腺组织的一致性中等(Kappa值为0.414)，SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织的一致性较高(Kappa值为0.706)。从作用机制方面进行分析，DTC患者颈部淋巴结转移灶或其他远处转移灶均有较强的摄取和聚集碘的能力，而SPECT平面显像则使这部分病灶区域出现凝聚现象，但SPECT/CT断层融合显像结合CT提供的组织结构信息，可评估最终病灶的复发与转移风险，为后续治疗及随访等临床决策提供重要的证据<sup>[17]</sup>。

多数DTC患者的肿瘤细胞属于高分化，因此术后有较好的预后。但是甲状腺滤泡癌的典型特征是有包膜的孤立肿瘤，呈浸润性生长方式，容易发生远处转移<sup>[18]</sup>；甲状腺乳头状癌多数会发生淋巴结转移<sup>[19]</sup>。甲状腺癌复查若有残留，此时残留的甲状腺组织可能已经通过淋巴管或者血管等转移到其它部位，并且可能无法全部切除，因此尽可能早的明确DTC患者治疗后是否存在残留甲状腺组织，对减少其复发或转移风险、改善其预后具有重要临床意义。本研究中，SPECT/CT断层融合显像诊断残留甲状腺组织

的准确度高于SPECT平面显像,敏感度和特异度比较无显著差异。分析SPECT平面显像可能由于定位精确度、图像分辨率较差,出现假阳性、假阴性的可能性较高;而结合CT进行断层融合显像,在发现复发或转移病灶碘聚集的同时,以较高的空间分辨率提供了清晰的解剖结构信息,有利于早期发现复发或新的转移病灶;另外亦可避免将污染引起的碘聚集误诊为病灶,降低误诊率<sup>[20]</sup>。本研究中,SPECT/CT断层融合显像虽然有较高的准确率,但仍存在8例假阳性和1例假阴性,分析原因可能是由于假阴性患者残留甲状腺组织太小,造成漏诊;8例假阳性患者残留甲状腺组织与颈部部分淋巴结分辨不清。

综上所述,SPECT/CT显像诊断DTC全切术后<sup>131</sup>I去除治疗后残留甲状腺组织具有较高的临床价值,较大程度上克服了SPECT全身平面显像对DTC全切术后<sup>131</sup>I去除治疗效果影像学评价的不足,对早期明确患者治疗后残留甲状腺组织情况,及时调整治疗方案及随访计划而言意义突出。

## 参考文献

- [1] Boucai L, Zafereo M, Cabanillas ME. Thyroid cancer: a review[J]. *JAMA*, 2024, 331(5): 425-435.
- [2] Houten PV, Netea-Maier RT, Smit JW. Differentiated thyroid carcinoma: an update[J]. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 2023, 37(1): 101687.
- [3] Haddad RI, Bischoff L, Ball D, et al. Thyroid carcinoma, version 2. 2022, NCCN clinical practice guidelines in oncology[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2022, 20(8): 925-951.
- [4] Verburg FA. Advantages of dosimetry in <sup>131</sup>I therapy of differentiated thyroid carcinoma[J]. *Q J Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 63(3): 253-257.
- [5] 尚大雷, 陈书成. SPECT骨显像联合血清CYFRA21-1、CEA诊断NSCLC患者骨转移的临床价值分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(5): 139-142.
- [6] Ritt P, Kuwert T. Quantitative SPECT/CT—Technique and clinical applications[J]. *Recent Results Cancer Res*, 2020, 216(1): 565-590.
- [7] Moncrieff M, Pywell S, Snelling A, et al. Effectiveness of SPECT/CT imaging for sentinel node biopsy staging of primary cutaneous melanoma and patient outcomes[J]. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29(2): 767-775.
- [8] 何清, 史育红, 王朝点. SPECT/CT检查对甲状腺癌术后颈部淋巴结转移的诊断价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19(12): 18-20.
- [9] Novikov SN, Krzhivitskii PI, Kanaev SV, et al. SPECT-CT visualization and biopsy of sentinel lymph nodes in patients with stage IAB-IIA cervical cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2020, 34(10): 781-786.
- [10] Cheng F, Xiao J, Shao C, et al. Burden of thyroid cancer from 1990 to 2019 and projections of incidence and mortality until 2039 in China: Findings from global burden of disease study[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12(1): 738213.
- [11] Jhiang SM, Cheng P, Nabhan FA, et al. Personalized radioiodine therapy for thyroid cancer patients with known disease[J]. *Fac Rev*, 2021, 10(1): 36.
- [12] Leboulleux S, Do Cao C, Zerdoud S, et al. A phase II redifferentiation trial with dabrafenib-trametinib and <sup>131</sup>I in metastatic radioactive iodine refractory BRAF p.V600E-mutated differentiated thyroid cancer[J]. *Clin Cancer Res*, 2023, 29(13): 2401-2409.
- [13] 王永宁, 刘姗姗, 刘玉林, 等. <sup>131</sup>I去除分化型甲状腺癌术后残余组织的临床疗效及其影响因素[J]. *实用癌症杂志*, 2020, 35(4): 578-582.
- [14] 戚新春, 朱洁. 超声检查与SPECT/CT显像在分化型甲状腺癌术后残留甲状腺组织诊断中的应用价值比较[J]. *陕西医学杂志*, 2022, 51(6): 709-712.
- [15] Iwano S, Ito S, Kamiya S, et al. Unexpected radioactive iodine accumulation on whole-body scan after I-<sup>131</sup> ablation therapy for differentiated thyroid cancer[J]. *Nagoya J Med Sci*, 2020, 82(2): 205-215.
- [16] Vuohijoki HE, Constable CJ, Sohlberg AO. Anatomically guided reconstruction improves lesion quantitation and detectability in bone SPECT/CT[J]. *Nucl Med Commun*, 2023, 44(4): 330-337.
- [17] Phillips WT, Kukkar V, Francis GL, et al. FASpecT/CT, A new SPECT/CT acquisition with higher sensitivity and efficiency in radioiodine thyroid cancer imaging[J]. *Clin Nucl Med*, 2020, 45(5): 356-364.
- [18] Zhang T, He L, Wang Z, et al. Risk factors for death of follicular thyroid carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. *Endocrine*, 2023, 82(3): 457-466.
- [19] Lam AK. Papillary thyroid carcinoma: Current position in epidemiology, genomics, and classification[J]. *Methods Mol Biol*, 2022, 2534(1): 1-15.
- [20] 刘世宏, 张德萍, 高尚芳, 等. SPECT/CT显像在甲状腺癌中诊断价值研究[J]. *临床军医杂志*, 2021, 49(6): 687-689.

(收稿日期: 2024-06-04)

(校对编辑: 韩敏求)