

## · 临床研究 ·

# 甲状腺摄碘率预测分化型甲状腺癌患者 <sup>131</sup>I 治疗后体内残留活度的价值

陈畅 沈阳 吴永霞 邹惠峰 倪文杰 孙彤 王倩 杨仪

南京医科大学附属苏州科技城医院核医学科 215153

通信作者:杨仪, Email: yaungyi@163.com

**【摘要】目的** 探讨甲状腺摄碘率预测分化型甲状腺癌(DTC)患者<sup>131</sup>I治疗后体内残留活度的价值。**方法** 研究对象为2018年8月至2019年4月间在苏州科技城医院接受术后首次<sup>131</sup>I治疗的178例DTC患者[男63例,女115例,年龄(39.8±11.4)岁],治疗前所有患者均进行甲状腺摄碘率测定和甲状腺显像。根据甲状腺显像结果将患者分为无残余甲状腺(简称残甲)组、少量残甲组、明显残甲组,分别于患者服用治疗剂量<sup>131</sup>I后即刻、24 h、48 h及72 h测量辐射剂量当量率,估算体内残留<sup>131</sup>I活度。采用单因素方差分析比较不同残甲组间甲状腺摄碘率和治疗后72 h体内残留<sup>131</sup>I活度的差异,以Pearson相关分析研究甲状腺摄碘率、<sup>131</sup>I治疗剂量与治疗后72 h体内残留<sup>131</sup>I活度的关系,并建立甲状腺摄碘率与治疗后72 h体内残留<sup>131</sup>I活度的回归方程。**结果** 无残甲组(45例)、少量残甲组(101例)和明显残甲组(32例)间3 h甲状腺摄碘率分别为(4.77±1.46)%、(5.53±1.70)%和(8.92±3.75)%,差异有统计学意义( $F=39.35, P<0.01$ );3组间24 h甲状腺摄碘率差异也有统计学意义[(1.54±0.88)%、(3.41±2.55)%、(13.52±8.59)%;  $F=91.52, P<0.01$ ];3组治疗后72 h体内残留<sup>131</sup>I活度分别为(81.70±25.61)、(108.24±51.58)和(283.07±133.72) MBq ( $F=92.84, P<0.01$ )。甲状腺摄碘率与72 h体内残留<sup>131</sup>I活度呈正相关(3 h: $r=0.753$ , 24 h: $r=0.817$ , 均  $P<0.01$ ),甲状腺3 h、24 h摄碘率与72 h体内残留<sup>131</sup>I活度之间的直线回归方程分别为 $y=28.88x-38.42$ 和 $y=13.87x+67.01$ ,当3 h甲状腺摄碘率大于24.01%或24 h大于15.18%时,治疗后72 h体内残留<sup>131</sup>I活度很可能超过400 MBq。72 h体内残留<sup>131</sup>I活度与<sup>131</sup>I治疗剂量间没有相关性( $r=0.119, P>0.05$ )。**结论** 甲状腺摄碘率可以用来预测首次接受<sup>131</sup>I治疗的DTC术后患者在治疗后72 h的体内残留<sup>131</sup>I活度。

**【关键词】** 甲状腺肿瘤;放射疗法;碘放射性同位素;放射性核素显像;预测

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20190923-00209

## Value of thyroid radioactive iodine uptake on predicting the residual activity in patients with differentiated thyroid carcinoma after <sup>131</sup>I treatment

Chen Chang, Shen Yang, Wu Yongxia, Zou Huifeng, Ni Wenjie, Sun Tong, Wang Qian, Yang Yi

Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Suzhou Science & Technology Town Hospital of Nanjing Medical University, Suzhou 215153, China

Corresponding author: Yang Yi, Email: yaungyi@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the value of thyroid radioactive iodine uptake (RAIU) on predicting the residual activity in patients with differentiated thyroid carcinoma (DTC) after administration of <sup>131</sup>I. **Methods** A total of 178 patients (63 males, 115 females, age: (39.8±11.4) years) with DTC who underwent initial treatment of <sup>131</sup>I in Suzhou Science & Technology Town Hospital between August 2018 and April 2019 were enrolled in this retrospective study. RAIU test and thyroid imaging were performed before <sup>131</sup>I treatment. Patients were divided into 3 groups according to the thyroid remnant showed by thyroid imaging: no remnant group, a little remnant group, and obvious remnant group. Radiation dose equivalent rates at different time points (immediately/24 h/48 h/72 h after injection of <sup>131</sup>I) were measured to estimate the residual activity of <sup>131</sup>I after administration. RAIU and residual activity at 72 h among different thyroid remnant groups were compared by one-way analysis of variance. Relationship between RAIU/<sup>131</sup>I therapeutic dose and residual activity at 72 h was analyzed by Pearson correlation analysis. The linear regression equation between RAIU and residual activity at 72 h after treatment was established. **Results** The 3 h RAIU in no remnant group ( $n=45$ ), a little remnant group ( $n=101$ ), and obvious remnant group ( $n=32$ ) were (4.77±1.46)%, (5.53±1.70)% and (8.92±3.75)%, respectively ( $F=39.35, P<0.01$ ), and the 24 h RAIU was also significantly different among those 3 groups ((1.54±0.88)%, (3.41±2.55)%, (13.52±8.59)%;  $F=91.52, P<0.01$ ). The residual activity at 72 h in no remnant group, a little remnant group, and obvious remnant group were (81.70±25.61), (108.24±51.58) and (283.07±133.72) MBq, respectively ( $F=92.84, P<0.01$ ). The residual activity at 72 h in no remnant group, a little remnant group, and obvious remnant group were (81.70±25.61), (108.24±51.58) and (283.07±133.72) MBq, respectively ( $F=92.84, P<0.01$ ).

92.84,  $P<0.01$ ). There was a significant positive correlation between RAIU and the residual activity at 72 h (3 h:  $r=0.753$ , 24 h:  $r=0.817$ , both  $P<0.01$ ). The linear regression equations between RAIU at 3 h and 24 h and the residual activity at 72 h were  $y=28.88x-38.42$  and  $y=13.87x+67.01$ , respectively. When RAIU was higher than 24.01% at 3 h or 15.18% at 24 h, the residual activity at 72 h after treatment was likely to exceed 400 MBq. There was little correlation between  $^{131}\text{I}$  therapeutic dose and the residual activity at 72 h after treatment ( $r=0.119$ ,  $P>0.05$ ). **Conclusion** RAIU can be used to predict the residual activity at 72 h after treatment in DTC patients who underwent initial  $^{131}\text{I}$  treatment.

**[Key words]** Thyroid neoplasms; Radiotherapy; Iodine radioisotopes; Radionuclide imaging;  
Forecasting

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20190923-00209

$^{131}\text{I}$  治疗是分化型甲状腺癌 (differentiated thyroid carcinoma, DTC) 术后治疗的重要手段之一, 该方法利用 $^{131}\text{I}$  对甲状腺组织和肿瘤组织的高度靶向性来去除术后残余甲状腺(简称残甲)、潜在的微小残留癌灶, 以及治疗局部或远处转移病灶, 以改善疾病相关生存率及无病生存率<sup>[1]</sup>。 $^{131}\text{I}$  发生衰变的同时发出  $\beta$  射线和高能  $\gamma$  射线(364 keV), 其中  $\gamma$  射线的穿透能力强, 会对周围的环境和人员造成外照射。为确保接受 $^{131}\text{I}$  治疗的患者出院后不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值, 相关卫生法规规定接受 $^{131}\text{I}$  治疗的患者体内放射性活度降低至 400 MBq 方可出院<sup>[2]</sup>。

本研究对 178 例术后行首次 $^{131}\text{I}$  治疗的 DTC 患者甲状腺摄碘率与治疗后 72 h 体内残留 $^{131}\text{I}$  活度的相关性进行了分析, 探讨采用甲状腺摄碘率预测患者治疗后 72 h 体内残留 $^{131}\text{I}$  活度和住院隔离时间的可行性。

## 资料与方法

1. 患者资料。回顾性分析 2018 年 8 月至 2019 年 4 月间在苏州科技城医院术后行首次 $^{131}\text{I}$  治疗且治疗后全身显像 (post-treatment whole-body scan, Rx-WBS) 示无颈部淋巴结或远处转移或转移灶无明显摄碘能力的 DTC 患者 178 例, 其中男 63 例, 女 115 例; 年龄 23~74 (39.8±11.4) 岁。所有患者均接受甲状腺全切术或近全切+中央区淋巴结清扫和(或)侧颈区淋巴结清扫术, 病理诊断均为乳头状癌; 患者复发危险度分层均属于复发中高危组, 符合 $^{131}\text{I}$  治疗适应证; $^{131}\text{I}$  治疗剂量 1.85~7.40 (4.09±1.09) GBq, 其中给予清除残甲(清甲)治疗剂量的 105 例 (1.85~3.70 GBq), 给予辅助治疗剂量的 62 例 (3.70~5.55 GBq), 给予清除转移灶(清灶)治疗剂量的 11 例 (5.55~7.40 GBq)。研究经本院伦理委员会批准(批文号: IRB2019064)。

2. 甲状腺摄碘率测定和甲状腺显像。所有患者治疗前常规进行甲状腺摄碘率测定和甲状腺显像评估残甲量。患者空腹口服 $^{131}\text{I}$  111~185 kBq, 在服药

后 3 和 24 h 使用甲状腺功能仪 (JG-2000 型, 西安凯普机电有限公司) 测量甲状腺摄碘率。在 24 h 摄碘率测量结束后进行甲状腺显像, 显像剂为高锝酸盐 ( $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ , 上海欣科医药有限公司苏州分公司), 显像设备为美国 GE Discovery NM/CT670 SPECT/CT 仪, 配低能高分辨率准直器; 静脉注射显像剂后 20~30 min 常规进行前后位颈部平面显像, 矩阵 256×256, 放大倍数 2.5, 视野包括两侧颌下腺和上纵隔, 采集计数 500~1 000。

3. 残甲判断及分组。由 2 位有经验的核医学医师共同阅片, 根据残甲的多少对患者进行分组: 颈部仅呈现放射性本底为无残甲组; 颈部甲状腺床可见不超过 2 处的残余甲状腺影像, 放射性浓聚程度低于或接近颌下腺影像者为少量残甲组; 颈部甲状腺床可见 2 处以上的残余甲状腺影像, 或有任何 1 处放射性浓聚程度明显高于颌下腺影像者归入明显残甲组<sup>[3]</sup>。

4. 辐射剂量检测与残留 $^{131}\text{I}$  活度估算。分别在患者服用治疗剂量 $^{131}\text{I}$  后即刻、24、48 及 72 h 时, 采用辐射剂量监测仪 (RadWall-W 型, 苏州瑞派宁科技有限公司) 测量辐射剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ), 估算各时间点的体内残留放射性活度。具体测量方法: 将辐射剂量检测仪固定于距地面 1 m 高的墙面, 患者正对距辐射剂量仪 3 m 远处站立, 采集测量到的数据。患者体内的放射性活度 (radioactivity,  $A_R$ ) 如下估算<sup>[2]</sup>:  $A_R = A_0 H / H_0$ , 其中  $A_R$  为测量时刻  $t$  体内残留的 $^{131}\text{I}$  活度 (MBq),  $A_0$  为患者服用的 $^{131}\text{I}$  活度 (MBq),  $H_0$  为服药即刻测量的剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ),  $H$  为测量时刻  $t$  的剂量当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )。

5. 统计学处理。采用 IBM SPSS 19.0 软件进行分析, 符合正态分布的定量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示。用单因素方差分析比较不同残甲分组患者的甲状腺摄碘率和治疗后 72 h 体内残留放射性活度的差异, 并选择最小显著差异  $t$  检验进行两两比较; 用 Pearson 相关分析研究甲状腺摄碘率与治疗后 72 h 体内残留 $^{131}\text{I}$  活度的相关性, 并对二者进行直线回归获得

回归方程;用 Pearson 相关分析研究<sup>131</sup>I 治疗剂量与治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度的相关性。 $P < 0.05$  为差异或相关性有统计学意义。

## 结 果

178 例患者中,无残甲组 45 例,少量残甲组 101 例,明显残甲组 32 例。各组间 3 和 24 h 甲状腺摄碘率和治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度差异均有统计学意义(均  $P < 0.01$ ),两两比较差异亦均有统计学意义(均  $P < 0.05$ );<sup>131</sup>I 治疗剂量差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具体见表 1。共有 8 例治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度超过 400 MBq,占比 4.49%(8/178)。

相关分析结果显示,治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度与甲状腺摄碘率呈正相关(3 h: $r=0.753$ , 24 h: $r=0.817$ , 均  $P < 0.01$ )。甲状腺 3 h、24 h 摄碘率与 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度之间的直线回归方程分别为  $y=28.88x-38.42$ ,  $y=13.87x+67.01$ , 其中  $y$  为体内残留<sup>131</sup>I 活度,  $x$  为甲状腺摄碘率(图 1)。从方程推导可知,当 3 h 摄碘率大于 24.01% 或 24 h 摄碘率大于 15.18% 时,患者<sup>131</sup>I 治疗后 72 h 的体内残留<sup>131</sup>I 活度很可能超过 400 MBq。患者治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度与<sup>131</sup>I 治疗剂量间没有相关性( $r=0.119$ ,  $P > 0.05$ )。

## 讨 论

<sup>131</sup>I 治疗 DTC 的安全性涉及 2 个方面:一是大

剂量<sup>131</sup>I 治疗短期内引起的放射性炎性反应会导致颈前区和唾液腺肿胀与疼痛,药物对胃部的直接刺激会造成上腹部不适,甚至恶心和呕吐等,以及一些中长期损伤,如慢性唾液腺损伤、慢性胃肠炎、性功能和生殖能力下降等;二是接受大剂量<sup>131</sup>I 治疗的患者对周围人群形成外照射,尤其对医务人员、亲属和陪护人员造成的辐射剂量最大<sup>[4]</sup>。

DTC 患者接受<sup>131</sup>I 治疗后体内<sup>131</sup>I 的 80%~90% 通过尿液在初始治疗后数日内排出,少量由粪便、唾液及汗液排出;通过测量患者<sup>131</sup>I 治疗后不同时间尿液内<sup>131</sup>I 活度可以间接地估算患者体内残留放射性活度,但该方法操作复杂,需要患者有较好的依从性,而且会造成医务人员不必要的辐射<sup>[5]</sup>。研究显示,患者治疗后的外部辐射剂量当量率与体内残留放射性活度呈正相关,通过测量患者周围剂量当量率可以简便、准确地估算 DTC 患者服用<sup>131</sup>I 后体内残留的放射性活度<sup>[6]</sup>。《临床核医学患者防护要求》中除规定“接受了<sup>131</sup>I 治疗的患者,其体内放射性活度降至低于 400 MBq 之前不得出院”外,也间接给出了离患者 1 m 处的周围剂量当量率小于 23.3 μSv/h 的出院标准<sup>[2]</sup>。

无论是通过测<sup>131</sup>I 治疗后尿液中的<sup>131</sup>I 活度还是通过测周围剂量当量率来估算患者体内残留放射性活度,都相当于实时监测患者是否达到解除隔离的标准,可达到规范化、个体化住院管理的目的。但

表 1 不同组 DTC 术后患者<sup>131</sup>I 治疗前甲状腺摄碘率及治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度比较

组别	例数	<sup>131</sup> I 治疗剂量 (GBq; $\bar{x} \pm s$ )	治疗前甲状腺摄碘率(%; $\bar{x} \pm s$ )		治疗后 72 h 的体内 残留 <sup>131</sup> I 活度(MBq; $\bar{x} \pm s$ )
			3 h	24 h	
无残甲组	45	3.89±1.11	4.77±1.46	1.54±0.88	81.70±25.61
少量残甲组	101	4.18±1.11	5.53±1.70	3.41±2.55	108.24±51.58
明显残甲组	32	4.14±1.11	8.92±3.75	13.52±8.59	283.07±133.72
F 值		0.89	39.35	91.52	92.84
P 值		>0.05	<0.01	<0.01	<0.01

注:DTC 为分化型甲状腺癌,残甲为残余甲状腺的简称

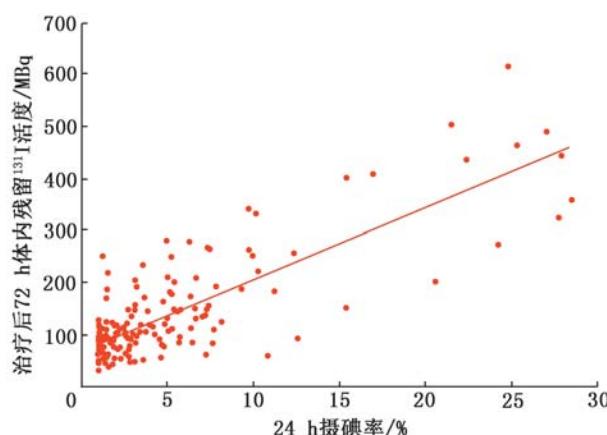
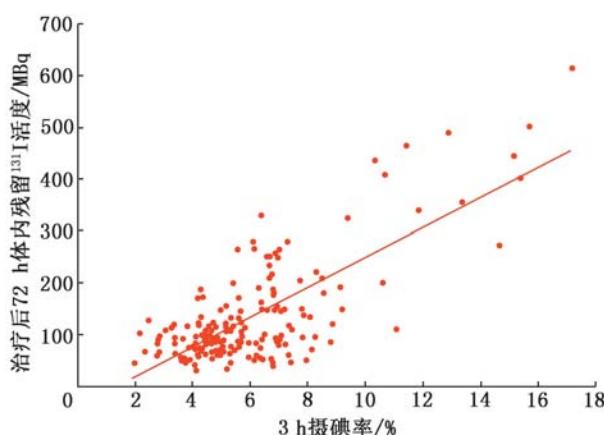


图 1 178 例分化型甲状腺癌(DTC)患者<sup>131</sup>I 治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度与治疗前甲状腺摄碘率的关系

是这 2 种方法不能用于预测患者隔离住院的时长。本研究以 72 h(即 3 d)作为最短的隔离住院天数,探讨采用甲状腺摄碘率预测 DTC 患者治疗后 72 h 是否达到解除隔离标准的价值。本研究结果显示,患者治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度与甲状腺摄碘率呈正相关(3 h:r=0.753, 24 h:r=0.817, 均 P<0.01),且当 3 h 摄碘率大于 24.01% 或 24 h 摄碘率大于 15.18% 时,患者治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度很可能超过 400 MBq, 达不到出院标准。

对于不存在局部及远处转移的 DTC 患者,<sup>131</sup>I 治疗后体内放射性的分布与代谢主要与术后残甲多少和泌尿、消化系统的排泄情况等因素有关。由于甲状腺切除手术本身的难度、手术医师的经验不同,以及手术医师可能有意识地对健侧甲状腺做过多的保留,即使手术方式为甲状腺全切术或甲状腺近全切术,不同个体术后残甲量仍然存在较大的差异<sup>[7-8]</sup>。在患者住院期间通常会对其辅助使用缓泻剂和嘱其大量饮水来加速<sup>131</sup>I 从消化系统和泌尿系统的排泄,此时,患者的残甲量对<sup>131</sup>I 在体内的分布与代谢起着决定性的作用。本研究结果显示,不同残甲组间甲状腺摄碘率、治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度差异均有统计学意义(F 值:39.35、91.52、92.84, 均 P<0.01),残甲越多的患者其治疗前甲状腺摄碘率越高,治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度越高。本研究中患者的<sup>131</sup>I 治疗剂量为 1.85~7.40 GBq,患者治疗后 72 h 体内残留<sup>131</sup>I 活度与治疗剂量间没有相关性(r=0.119, P>0.05)。

综上所述,对于首次接受<sup>131</sup>I 治疗的术后 DTC 患者,甲状腺摄碘率能够用于评估残甲的多少、预测患者治疗后 72 h 体内<sup>131</sup>I 的残留情况与住院隔离时间,从而帮助临床在确保辐射安全的前提下,对核素治疗病房进行科学有效的管理,提高床位使用率与周转率。需要说明的是,由于是本研究为回顾性分析,研究对象既包括了以清甲为目的 DTC 患者,也包括了存在潜在转移和明确转移的 DTC 患者,后者可能因为转移灶失分化或属于碘难治性 DTC 而不摄<sup>131</sup>I,而在治疗前往往无法预测转移灶的摄碘能力,因此,本研究得出的结论仅适用于较为明确的以清甲为目的行<sup>131</sup>I 治疗的 DTC 患者。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, et al. 2015 American Thy-

roid 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.

- [2] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS 533-2017 临床核医学患者防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS 533-2017 Requirements for patient radiation protection in clinical nuclear medicine[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [3] Thientunyakit T, Pusawan P, Tuchinda P, et al. The correlation of post-operative radioiodine uptake and Tc-99m pertechnetate thyroid scintigraphy and the result of thyroid remnant ablation[J]. J Med Assoc Thai, 2013, 96(9): 1199-1207.
- [4] 中华医学会核医学分会. <sup>131</sup>I 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2014.04.002. Chinese Society of Nuclear Medicine. Clinical guidelines for <sup>131</sup>I therapy of differentiated thyroid cancer[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2014, 34(4): 264-278. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2014.04.002.
- [5] 汤敏敏, 刘建中, 武志芳, 等. 分化型甲状腺癌患者<sup>131</sup>I 治疗后体内残留放射性活度的评估[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2015, 35(4): 299-302. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.04.016. Tang MM, Liu JZ, Wu ZF, et al. Estimation of residual activity in patients with differentiated thyroid cancer after administration of <sup>131</sup>I for therapy[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2015, 35(4): 299-302. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.04.016.
- [6] 王任飞, 谭建, 张桂芝, 等. 分化型甲状腺癌患者<sup>131</sup>I 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.05.004. Wang RF, Tan J, Zhang GZ, et al. Correlation between external dose equivalent rate and residual radioactivity in patients with differentiated thyroid carcinoma after <sup>131</sup>I therapy[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2016, 36(5): 394-397. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.05.004.
- [7] 傅宏亮, 王辉, 吴靖川, 等. 影响分化型甲状腺癌术后<sup>131</sup>I 清甲治疗效的因素分析[J]. 中华核医学杂志, 2009, 29(3): 149-152. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.03.003. Fu HL, Wang H, Wu JC, et al. Analysis on factors affecting efficacy of <sup>131</sup>I remnant ablation in patients after thyroidectomy for differentiated thyroid carcinoma[J]. Chin J Nucl Med, 2009, 29(3): 149-152. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2009.03.003.
- [8] 张立阳, 刘春浩, 曹越, 等. 125 例复发/持续性分化型甲状腺癌再次手术及其预后影响因素分析[J]. 中国癌症杂志, 2019, 29(6): 412-417. DOI:10.19401/j.cnki.1007-3639.2019.06.002. Zhang LY, Liu CH, Cao Y, et al. Experiences of 125 cases of re-operated persistent/recurrent differentiated thyroid cancer[J]. Chin Oncol, 2019, 29(6): 412-417. DOI:10.19401/j.cnki.1007-3639.2019.06.002.

(收稿日期:2019-09-23)