

分化型甲状腺癌转移灶摄碘能力与 ^{131}I 清灶疗效关系的回顾性多中心研究

王任飞¹ 高再荣² 欧阳伟³ 陈文新⁴ 楼岑⁵ 韦智晓⁶ 林岩松⁷ 谭建¹ 张瑞国¹

¹天津医科大学总医院核医学科 300052; ²华中科技大学同济医学院附属协和医院核医学科、分子靶向湖北省重点实验室, 武汉 430022; ³南方医科大学珠江医院核医学科, 广州 510280; ⁴福建省立医院核医学科, 福州 350001; ⁵浙江大学医学院附属邵逸夫医院核医学科, 杭州 310016; ⁶广西医科大学第一附属医院核医学科, 南宁 530021; ⁷中国医学科学院、北京协和医学院北京协和医院核医学科、核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室 100730

通信作者: 谭建, Email: tanpost@163.com

【摘要】 **目的** 探讨分化型甲状腺癌(DTC)转移灶摄碘能力与 ^{131}I 清除不能手术切除的DTC转移灶(简称清灶)疗效的关系。**方法** 回顾性分析于31家单位核医学科行 ^{131}I 清灶治疗的138例DTC患者(男42例,女96例;年龄8~74岁)的临床资料。以清灶治疗时 ^{131}I 显像病灶靶/非靶(T/NT)比值代表其摄碘能力,以 ^{131}I 治疗前后病灶在影像上的径线变化评价该次疗效,分为完全缓解(CR)、部分缓解(PR)、稳定(SD)和进展(PD)。对可能影响 ^{131}I 清灶疗效的因素采用单因素分析(Kruskal-Wallis秩和检验, χ^2 检验和单因素方差分析)及二元logistic回归分析,建立病灶T/NT比值预测清灶无效的受试者工作特征(ROC)曲线。**结果** 共统计1165次疗效评估。在653次平面显像评估中,CR、PR、SD和PD4个疗效组间病灶T/NT比值差异无统计学意义($\chi^2=4.15, P>0.05$);在512次断层显像评估中,有39次(7.6%)CR、337次(65.8%)PR、117次(22.9%)SD和19次(3.7%)PD,4组间病灶T/NT比值差异有统计学意义($\chi^2=30.46, P<0.01$)。此外,年龄、刺激性甲状腺球蛋白(sTg)水平及服 ^{131}I 剂量也是影响 ^{131}I 清灶疗效的因素(F 值或 χ^2 值为2.561、7.095、8.799,均 $P<0.05$)。Logistic回归分析显示患者确诊转移时的年龄越大[比值比(OR)=1.034, $P=0.022$]、病灶T/NT比值越低(OR=1.086, $P=0.006$), ^{131}I 清灶疗效越差。病灶T/NT比值预测清灶无效的ROC曲线下面积为0.726,阈值为6.2,灵敏度、特异性分别为78.7%(107/136)、73.1%(275/376)。**结论** ^{131}I 治疗DTC转移灶疗效显著,患者确诊转移时年龄、病灶T/NT比值是清灶无效的独立影响因素;病灶T/NT比值低于6.2时,预示 ^{131}I 清灶无效的概率较高。

【关键词】 甲状腺肿瘤;肿瘤转移;放射疗法;碘放射性同位素;治疗结果

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20200220-00059

Correlation between ^{131}I uptake and therapeutic efficacy in metastatic differentiated thyroid carcinoma: a retrospective multicenter study

Wang Renfei¹, Gao Zairong², Ouyang Wei³, Chen Wenxin⁴, Lou Cen⁵, Wei Zhixiao⁶, Lin Yansong⁷, Tan Jian¹, Zhang Ruiguo¹

¹Department of Nuclear Medicine, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China;

²Department of Nuclear Medicine, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology; Hubei Province Key laboratory of Molecular Imaging, Wuhan 430022, China; ³Department

of Nuclear Medicine, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510280, China;

⁴Department of Nuclear Medicine, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China; ⁵Department of Nuclear

Medicine, Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310016, China;

⁶Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning

530021, China; ⁷Department of Nuclear Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union

Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences; Beijing Key laboratory of Molecular Targeted Diagnosis

and Therapy in Nuclear Medicine, Beijing 100730, China

Corresponding author: Tan Jian, Email: tanpost@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between ^{131}I uptake and therapeutic efficacy in metastatic differentiated thyroid carcinoma (DTC). **Methods** The clinical data of 138 patients with meta-

static DTC (42 males, 96 females, age range: 8–74 years) treated with ^{131}I in nuclear medicine departments of 31 centers all over China were retrospectively analyzed. The lesional ^{131}I uptake was quantitatively analyzed with target-to-nontarget (T/NT) ratio through the regions of interest in metastatic lesions confirmed by either planar or tomographic ^{131}I SPECT/CT imaging. The efficacies of ^{131}I treatment on the metastatic DTC were divided into complete remission (CR), partial remission (PR), stable disease (SD) and progress disease (PD) based on the change of the lesion diameter before and after the treatment. Factors which may affect therapeutic efficacy were assessed by the univariate (Kruskal-Wallis rank sum test, χ^2 test and one-way analysis of variance) and binary logistic regression analyses. The receiver operating characteristic (ROC) curve of lesional T/NT ratio to predict the ineffectiveness of ^{131}I therapy was performed. **Results** A total of 1 165 efficacies were evaluated. The planar imaging results ($n=653$) showed that there was no statistically significant difference of T/NT ratio among CR, PR, SD and PD groups ($\chi^2=4.15$, $P>0.05$). The tomographic imaging results ($n=512$) suggested CR, PR, SD and PD in 7.6% (39/512), 65.8% (337/512), 22.9% (117/512), and 3.7% (19/512) of individuals, respectively, and the T/NT ratio among the four groups was significantly different ($\chi^2=30.46$, $P<0.01$). The univariate analysis also showed that age, stimulated thyroglobulin (sTg), ^{131}I dose were the factors affecting therapeutic efficacy (F or χ^2 values: 2.561, 7.095 and 8.799, all $P<0.05$). Furthermore, binary logistic regression analysis revealed that older patients (odds ratio (OR)=1.034, $P=0.022$) or patients with lower lesional T/NT (OR=1.086, $P=0.006$) had a higher probability of ineffectiveness. The area under ROC curve for T/NT ratio to predict ineffectiveness was 0.726, and the cut-off value was 6.2, with a sensitivity of 78.7% (107/136) and a specificity of 73.1% (275/376). **Conclusions** ^{131}I therapy is an effective treatment for metastatic DTC. The age at the time of metastatic diagnosis and the lesional T/NT ratio are independent influential factors for ineffectiveness of ^{131}I therapy. When the lesional T/NT ratio is lower than 6.2, the inefficiency of ^{131}I is higher.

【Key words】 Thyroid neoplasms; Neoplasm metastasis; Radiotherapy; Iodine radioisotopes; Treatment outcome

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200220-00059

^{131}I 在清除不能手术切除的分化型甲状腺癌 (differentiated thyroid carcinoma, DTC) 转移灶 (简称清灶) 方面发挥重要作用,可降低 DTC 患者的肿瘤相关死亡率,改善预后^[1]。然而,转移灶分化程度不同可导致其摄碘能力也有所不同。此外,部分转移灶在 ^{131}I 治疗过程中会逐渐失分化,导致其摄碘能力减弱或丧失。转移灶对 ^{131}I 的摄取程度决定了病灶的辐射吸收剂量,进而直接影响 ^{131}I 的清灶效果^[2-4]。目前,临床上主要通过肉眼观察来估测病灶摄碘能力,缺乏定量评估方法。本研究为回顾性多中心研究,将行清灶患者 ^{131}I 显像中病灶的靶/非靶 (target-to-nontarget, T/NT) 比值作为评价其摄碘能力的定量指标,探讨转移灶摄碘能力与 ^{131}I 清灶疗效的相关性,为临床预估清灶疗效提供参考依据。

资料与方法

1. 临床资料。于 2018 年 8 月至 2019 年 2 月集中收集天津医科大学总医院,华中科技大学同济医学院附属协和医院,南方医科大学珠江医院,福建省立医院,浙江大学医学院附属邵逸夫医院,广西医科大学第一附属医院,中国医学科学院、北京协和医学院北京协和医院等全国 31 家单位核医学科行 ^{131}I 清灶治疗、资料完整且符合标准的转移性 DTC 患者 138 例,其中男 42 例,女 96 例,年龄 8~74 岁。纳入标准 (具备以下所有条件): 结合刺激性甲状腺球蛋白

白 (stimulated thyroglobulin, sTg) 并经 ^{131}I 全身显像、CT 等影像学检查证实具有局部或远处转移 (肺或淋巴结); 具备清除残留甲状腺 (简称清甲) 成功后的首次 (或多次) 治疗剂量 ^{131}I 全身显像; 具备治疗前及治疗后 2 年的完整随访资料 [必须含 sTg、甲状腺球蛋白抗体 (thyroglobulin antibody, TgAb), 病灶部位每年至少 1 次 CT 或 MRI 检查结果]。排除标准: DTC 以外的病理类型; 未行规范 ^{131}I 治疗并定期随访者。

收集患者性别、确诊转移时的年龄、清灶治疗前 sTg 及 TgAb 水平,每次清灶时的 ^{131}I 治疗剂量 (GBq) 及口服 ^{131}I 与显像的时间间隔 (d) 等资料。患者均签署 ^{131}I 治疗知情同意书,研究严格遵循《赫尔辛基宣言》的原则。

2. 病灶摄碘能力评估。以每次 ^{131}I 清灶治疗时的显像结果为基准,勾画病灶靶组织 (target, T) 及对侧非靶组织 (non-target, NT) 感兴趣区 (region of interest, ROI), 记录 T 最大计数及对侧 NT 平均计数,得到该病灶 T/NT 比值,以其代表该病灶的摄碘能力 (当肺组织弥漫摄取碘时,选取对侧下肢作为 NT 组织)。本研究中,同一个病灶在平面或断层图像中的 T/NT 比值需要分别记录、统计,同一患者有多个病灶时逐一进行分析。

3. 清灶治疗方法。患者低碘饮食 2 周以上, ^{131}I 治疗前停用左甲状腺素 2~4 周,使内源性促甲状腺

激素(thyroid stimulating hormone, TSH) >30 mU/L。空腹一次性口服治疗剂量的¹³¹I,常规给予淋巴结转移 3.70~5.55 GBq/次,肺转移 5.55~7.40 GBq/次。本研究中患者接受¹³¹I 清灶治疗 1~5 次,累计剂量 4.44~29.60 GBq,治疗后 2~10 d 行全身显像。

4.清灶疗效评价。参照《¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌指南(2014 版)》和相关文献^[5-8],结合¹³¹I 显像,以影像学评估为主,主要通过测量转移灶¹³¹I 治疗前后的径线变化来评价该病灶该次治疗的疗效。将每次¹³¹I 清灶治疗后(>6 个月)的疗效分为完全缓解(complete remission, CR)、部分缓解(partial remission, PR)、稳定(stable disease, SD)和进展(progress disease, PD),将 CR 和 PR 归为有效,SD 和 PD 归为无效。CR:影像学检查提示病灶消失;PR:影像学检查示病灶缩小>10%;SD:影像学检查示病灶无变化、缩小或增大,但变化均在 10%以内;PD:影像学检查示病灶增大>10%。

5.统计学处理。采用 IBM SPSS 22.0 软件进行统计分析。符合正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布数据以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。采用 Kruskal-Wallis 秩和检验、 χ^2 检验或单因素方差分析比较不同疗效组间 sTg、TgAb、病灶 T/NT 比值、性别、年龄、口服¹³¹I 剂量、服¹³¹I 与显像时间间隔差异。对单因素分析提示有意义的指标行二元 logistic 回归分析,再对病灶 T/NT 比值建立预测清灶无效的受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,获得诊断阈值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. ¹³¹I 清灶疗效。符合条件的 138 例 DTC 患者共 360 个转移灶,对这些病灶进行了 1 165 次疗效评估。其中,平面显像评估 653 次,断层显像评估 512 次,平均每个病灶进行 3.2 次疗效评估。平面显像中,转移灶¹³¹I 治疗后疗效为 CR、PR、SD 和 PD 的比例分别为 6.1%(40 次)、62.8%(410 次)、25.0%(163 次)和 6.1%(40 次);断层显像中相应数据分别为 7.6%(39 次)、65.8%(337 次)、22.9%(117 次)和 3.7%(19 次)。

2.各疗效组间病灶 T/NT 比值的比较。平面显像中,CR、PR、SD 和 PD 4 个疗效间病灶 T/NT 比值分别为 10.18 (4.77, 35.68)、6.98 (3.67, 15.00)、6.40 (3.85, 13.20)和 11.50 (2.86, 21.13),差异无统计学意义($\chi^2 = 4.15, P > 0.05$),故在用病灶 T/NT 比值预测¹³¹I 清灶无效的 ROC 曲线及分析清灶疗效影

响因素时,不再分析平面显像时的情况。断层显像中,CR、PR、SD 和 PD 组 T/NT 比值分别为 26.50 (12.10, 50.00)、16.19 (6.77, 38.12)、9.60 (5.37, 20.00)和 5.00 (3.10, 13.10),组间差异有统计学意义($\chi^2 = 30.46, P < 0.01$)。

3.病灶 T/NT 比值预测¹³¹I 清灶无效的 ROC 曲线分析(图 1)。病灶 T/NT 比值预测¹³¹I 清灶治疗无效的 ROC 曲线下面积为 0.726,最佳阈值为 6.2,其预测治疗无效的灵敏度、特异性分别为 78.7% (107/136)、73.1% (275/376)。

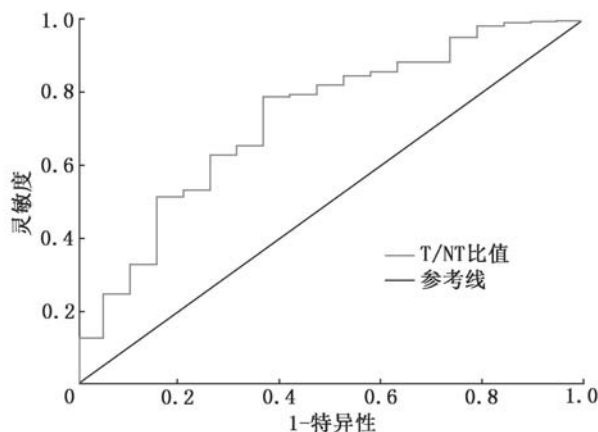


图 1 病灶(360 个)靶/非靶(T/NT)比值预测¹³¹I 清除手术切除分化型甲状腺癌(DTC)转移灶(简称清灶)无效的受试者工作特征(ROC)曲线

4. ¹³¹I 清灶疗效的影响因素分析。(1)单因素分析(断层显像,表 1)示,患者确诊转移时的年龄、服¹³¹I 剂量、sTg 水平及病灶 T/NT 比值是影响¹³¹I 清灶疗效的因素(F 值:2.561、8.799, χ^2 值:7.095、30.460,均 $P < 0.05$)。患者年龄大,治疗前 sTg 水平高,服¹³¹I 剂量低或病灶 T/NT 比值低时,¹³¹I 对转移灶的治疗疗效相对较差。各组间性别、TgAb 水平及服¹³¹I 与显像时间间隔相比差异无统计学意义(χ^2 值:3.210 和 5.340, $F = 1.755$,均 $P > 0.05$)。

(2)将单因素分析显示影响¹³¹I 清灶疗效的因素(年龄、sTg 水平、服¹³¹I 剂量及病灶 T/NT 比值)纳入二元 logistic 回归分析,结果(表 2)显示年龄及病灶 T/NT 比值是¹³¹I 清灶无效的独立影响因素。确诊转移时的年龄越大[比值比(odds ratio, OR) = 1.034, $P = 0.022$]、病灶 T/NT 比值越低($OR = 1.086, P = 0.006$)预示¹³¹I 清灶无效(失败)的概率越大。

讨 论

DTC 包括甲状腺乳头状癌和滤泡状癌,通过甲状腺全切或次全切术、¹³¹I 治疗和 TSH 抑制治疗,多

表 1 影响分化型甲状腺癌(DTC)转移灶¹³¹I 治疗疗效的单因素分析

疗效组别	例次	性别(例次)		年龄 (岁; $\bar{x} \pm s$)	sTg [$\mu\text{g/L}; M(P_{25}, P_{75})$]	TgAb [$\text{kU/L}; M(P_{25}, P_{75})$]	¹³¹ I 剂量 (GBq; $\bar{x} \pm s$)	服 ¹³¹ I 与显像 间隔(d; $\bar{x} \pm s$)	病灶 T/NT 比值 [$M(P_{25}, P_{75})$]
		男	女						
CR	39	9	30	38.6 \pm 14.9	20.9(10.6, 39.4)	100.4(67.9, 280.7)	6.1 \pm 1.1	4.1 \pm 1.1	26.50(12.10, 50.0)
PR	337	77	260	40.3 \pm 15.1	88.4(50.7, 125.5)	152.2(58.8, 398.4)	6.3 \pm 1.4	4.7 \pm 1.5	16.19(6.77, 38.12)
SD	117	35	82	38.7 \pm 14.2	67.6(49.3, 89.6)	128.3(39.5, 500.6)	6.6 \pm 1.3	4.8 \pm 1.5	9.60(5.37, 20.00)
PD	19	7	12	41.5 \pm 15.2	200.5(145.2, 267.7)	180.5(30.1, 782.0)	5.9 \pm 1.2	4.7 \pm 1.5	5.00(3.10, 13.10)
检验值		3.210 ^a		2.561 ^b	7.095 ^c	5.340 ^c	8.799 ^b	1.755 ^b	30.460 ^c
P 值		0.360		0.004	0.019	0.654	0.032	0.155	<0.001

注: ^a 为 χ^2 值, ^b 为 F 值, ^c 为 Kruskal-Wallis 秩和检验 χ^2 值; CR 为完全缓解, PD 为进展, PR 为部分缓解, SD 为稳定, sTg 为刺激性甲状腺球蛋白, T/NT 为靶/非靶, TgAb 为甲状腺球蛋白抗体

表 2 ¹³¹I 清灶无效相关因素的二元 logistic 回归分析

因素	OR 值	95% CI	P 值
病灶 T/NT 比值(每减少 1 个单位)	1.086	1.155~1.210	0.006
确诊转移时的年龄(每增加 1 岁)	1.034	1.103~1.165	0.022
sTg	1.010	0.964~1.059	0.676
¹³¹ I 剂量	0.992	0.966~1.018	0.531

注: OR 为比值比; 清灶为清除手术不能切除的分化型甲状腺癌转移灶的简称

数患者可以取得较好的治疗效果^[9]。部分 DTC 患者会发生局部或远处转移, 远处转移中以肺转移最常见, 发生率约 5.2%, 如不早期诊断并采取有效的治疗, 5 年死亡率可高达 69%^[10]。DTC 转移的治疗方法包括手术切除、¹³¹I 清灶治疗及放疗等。¹³¹I 清灶治疗适用于无法手术切除的病灶, 其治疗基础是转移灶具有摄碘能力^[1, 11]。研究显示, ¹³¹I 治疗 DTC 肺转移的有效率为 50%~90%, 治愈率可达 30%; 而对淋巴结转移灶的有效率为 35.0%~76.4%^[7, 10, 12]。

¹³¹I 清灶治疗的疗效与转移灶的辐射吸收剂量和大小直接相关。据文献报道, 对于体积 >0.8 ml (直径 11.5 mm) 的转移灶来说, 当平均吸收剂量在 85 Gy 以上时, 淋巴结转移灶的有效率为 63%, 而肺转移灶的有效率为 88%; 对于体积 \leq 0.8 ml 的转移灶, 当平均吸收剂量在 10~85 Gy 之间时, 淋巴结转移灶的有效率均大于 80%, 而肺转移灶的有效率高达 100%^[2]。Maxon 等^[3] 的研究显示, 只有淋巴结转移灶吸收剂量大于 140 Gy 时, 治疗有效率才能达到 86% 以上。一般来说, 转移灶的摄碘能力决定了病灶的辐射吸收剂量, 进而直接影响 ¹³¹I 的清灶效果。本研究将清灶治疗时 ¹³¹I 显像中病灶 T/NT 比值作为评价其摄碘能力的定量指标, 以 ¹³¹I 治疗前后病灶在影像上的径线变化评价其疗效; 研究结果显示, 653 次平面显像疗效评估中, 4 个疗效组 (CR、PR、SD 和 PD) 病灶 T/NT 比值间差异无统计学意义 ($\chi^2 = 4.15, P > 0.05$), 而在 512 次断层显像疗效评估

中, 发现病灶 T/NT 比值越小, 疗效相对越差。本研究进一步分析了断层显像中病灶 T/NT 比值预测清灶无效的 ROC 曲线, 结果发现曲线下面积为 0.726, 预示 ¹³¹I 清灶无效的病灶 T/N 比值阈值为 6.2, 其预测灵敏度、特异性分别为 78.7%、73.1%。因此, 在临床实践中, 当断层显像上待治疗病灶的 T/NT 比值低于 6.2 时, 常常预示 ¹³¹I 治疗对此类病灶无效。

¹³¹I 清灶治疗的疗效还与其他多种因素有关。有研究显示, 年龄大、DTC 伴有远处转移 (肺、骨转移)、原发癌灶直径大、首次清灶治疗前 sTg 水平高的患者, 其 ¹³¹I 清灶效果亦较差^[5, 10, 13-15]。本研究回顾性分析了 ¹³¹I 清灶治疗时断层显像评估的 512 次疗效, 结果显示清灶总有效率为 73.4% (376/512)。单因素分析显示除病灶 T/NT 比值外, 患者确诊转移时的年龄越小、清灶前 sTg 水平越低, ¹³¹I 治疗效果越好; 此外, 清灶治疗时口服 ¹³¹I 剂量大的患者其清灶效果亦相对较好。Logistic 回归分析显示, 确诊转移时的年龄及病灶 T/NT 比值是 ¹³¹I 清灶疗效的独立影响因素, 年龄每增加 1 岁, 其清灶无效的风险增加 3.4%; 病灶 T/NT 比值减小 1 个单位, 其清灶无效的风险将增加 8.6%。原因可能是年龄较大患者的病程相对较长, 治疗次数可能较多, 使转移灶对 ¹³¹I 的摄取不佳, 对射线的敏感性较差, 导致病灶辐射吸收剂量不足, 进而影响 ¹³¹I 的清灶疗效。因此, 对于年龄较大的患者, 在一定范围内应适当增加 ¹³¹I 的剂量, 从而确保 ¹³¹I 清灶疗效。本研究中单因素分析结果显示的另外 2 个有意义因素 (清灶前 sTg 水平及服 ¹³¹I 剂量) 在 logistic 回归分析中被剔除, 可能与这 2 个因素对本研究中观察对象的影响较小, 或者与这 2 个因素受到其他因素的干扰较大有关。

综上, 本研究发现病灶 T/NT 比值对 ¹³¹I 清灶疗效有较好的预示作用, 其值越大, 治疗效果相对越好, 当比值小于 6.2 时, 提示 ¹³¹I 治疗对该病灶的效

果较差,此时宜选择手术、放疗等其他治疗手段。这为临床制定最佳治疗方案及评估预后提供了有价值的参考。不过,本研究尚存在一些不足:(1)本研究为回顾性多中心研究,尽管研究启动时制定了严格的病例筛选标准,但图像上不可避免地存在主观测量上的偏倚,导致部分病灶疗效判定欠准确;(2)没有将不同部位的转移灶进行分类统计,也未按病灶的大小进行分组比较;(3)纳入病灶在影像上均肉眼可见,未纳入仅¹³¹I 显像中摄碘的微转移灶。在今后的工作中,将对不同部位及大小的转移灶进行分类分析并进一步收集分析功能性微转移灶。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

志谢 除文中具体列出的单位外,以下协作单位核医学科在提供病例方面给予了支持与贡献:山东省肿瘤医院、三峡大学第一临床医学院宜昌市中心人民医院、安徽医科大学第一附属医院、中国科学院大学附属肿瘤医院、中国核工业北京四〇一医院、中山大学附属第三医院、江西省肿瘤医院、郑州大学附属肿瘤医院、昆明医科大学第一附属医院、山西白求恩医院、安徽医科大学第二附属医院、山西省肿瘤医院、西安交通大学第一附属医院、上海交通大学医学院附属瑞金医院、中国医科大学附属第一医院、徐州市肿瘤医院、青岛大学附属医院、中山大学孙逸仙纪念医院、河北省廊坊市人民医院、山西省运城同德医院、湖北省黄石市中心医院、山东省济宁市第一人民医院、徐州市矿山医院、河北省冀中能源峰峰集团总医院

参 考 文 献

- [1] Verburg FA. Advantages of dosimetry in ¹³¹I therapy of differentiated thyroid carcinoma[J]. Q J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 63(3): 253-257. DOI:10.23736/S1824-4785.19.03196-0.
- [2] Jentzen W, Hoppenbrouwers J, van Leeuwen P, et al. Assessment of lesion response in the initial radioiodine treatment of differentiated thyroid cancer using ¹²⁴I PET imaging[J]. J Nucl Med, 2014, 55(11): 1759-1765. DOI:10.2967/jnumed.114.144089.
- [3] Maxon HR 3rd, Englaro EE, Thomas SR, et al. Radioiodine-131 therapy for well-differentiated thyroid cancer—a quantitative radiation dosimetric approach: outcome and validation in 85 patients [J]. J Nucl Med, 1992, 33(6): 1132-1136.
- [4] Wierts R, Brans B, Havekes B, et al. Dose-response relationship in differentiated thyroid cancer patients undergoing radioiodine treatment assessed by means of ¹²⁴I PET/CT [J]. J Nucl Med, 2016, 57(7): 1027-1032. DOI:10.2967/jnumed.115.168799.
- [5] 郭彦君,王叙馥,王国强,等.分化型甲状腺癌术后¹³¹I 清灶疗效及影响因素分析[J].中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(11): 705-709. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.11.007.
Guo YJ, Wang XF, Wang GQ, et al. Efficacy and influential factors of post-resection ¹³¹I therapy on metastases from differentiated thyroid carcinoma[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 37(11): 705-709. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.11.007.
- [6] 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2014.04.002.
- Chinese Society of Nuclear Medicine. Clinical guidelines for ¹³¹I 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.
- [7] Song HJ, Qiu ZL, Shen CT, et al. Pulmonary metastases in differentiated thyroid cancer: efficacy of radioiodine therapy and prognostic factors[J]. Eur J Endocrinol, 2015, 173(3): 399-408. DOI:10.1530/EJE-15-0296.
- [8] Wang R, Zhang Y, Tan J, et al. Analysis of radioiodine therapy and prognostic factors of differentiated thyroid cancer patients with pulmonary metastasis: an 8-year retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(19): e6809. DOI: 10.1097/MD.0000000000006809.
- [9] 李娇,林岩松.不同复发风险分层分化型甲状腺癌的¹³¹I 治疗获益[J].中华核医学与分子影像杂志, 2017, 37(8): 506-510. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.08.016.
Li J, Lin YS. Benefits of patients with differentiated thyroid carcinoma in different risk stratification from ¹³¹I therapy [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2017, 37(8): 506-510. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2017.08.016.
- [10] 王任飞,谭建,张桂芝,等. ¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌肺转移的疗效评价及影响因素探讨[J].中华核医学与分子影像杂志, 2015, 35(4): 258-261. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.04.005.
Wang RF, Tan J, Zhang GZ, et al. Curative efficacy and influential factors of ¹³¹I treatment for lung metastases from differentiated thyroid carcinoma [J]. 2015, 35(4): 258-261. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.04.005.
- [11] Metter D, Phillips WT, Walker RC, et al. To use or not to use ¹³¹I in thyroid cancer[J]. Clin Nucl Med, 2018, 43(9): 670-671. DOI: 10.1097/RLU.0000000000002190.
- [12] 董芸,冯方,马超,等.甲状腺乳头状癌淋巴结转移灶¹³¹I 治疗效果及影响因素分析[J].中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(4): 330-333. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.04.012.
Dong Y, Feng F, Ma C, et al. Effect and influencing factors on ¹³¹I treatment for cervical lymph node metastasis from papillary thyroid cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2016, 36(4): 330-333. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.04.012.
- [13] Avram AM, Rosculet N, Esfandiari NH, et al. Differentiated thyroid cancer outcomes after surgery and activity-adjusted ¹³¹I theragnostics[J]. Clin Nucl Med, 2019, 44(1): 11-20. DOI:10.1097/RLU.0000000000002321.
- [14] Durante C, Haddy N, Baudin E, et al. Long-term outcome of 444 patients with distant metastases from papillary and follicular thyroid carcinoma: benefits and limits of radioiodine therapy [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2006, 91(8): 2892-2899. DOI: 10.1210/jc.2005-2838.
- [15] 崔静,刘保平,高永举,等. ¹³¹I 显像及 Tg 值监测¹³¹I 治疗分化型甲状腺癌肺转移灶疗效的探讨[J].中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(6): 422-425. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.06.005.
Cui J, Liu BP, Gao YJ, et al. ¹³¹I imaging and Tg levels: values of ¹³¹I therapy in patients with lung metastases from differentiated thyroid carcinoma [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 32(6): 422-425. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.06.005.

(收稿日期:2020-02-20)