

# 中、高危分化型甲状腺癌患者术后<sup>131</sup>I 治疗反应及预后的影响因素

赵芸慕兰<sup>1</sup>,高海燕<sup>2</sup>

(1.电子科技大学医学院,四川 成都 610056;2.四川省医学科学院&四川省人民医院  
(电子科技大学附属医院)核医学科,四川 成都 610072)

**摘要:**目的 通过最优尺度回归分析和联合诊断 ROC 模型分析中、高危分化型甲状腺癌(differentiated thyroid cancer, DTC)患者术后<sup>131</sup>I治疗反应及预后的预测因素,为制定临床治疗方案提供参考依据。方法 回顾性分析414例中高危DTC术后已行<sup>131</sup>I治疗患者的临床资料。根据复发风险分为中危组( $n=275$ )和高危组( $n=139$ )。通过 $\chi^2$ 检验比较中危和高危组患者的等级资料;采用Mann-Whitney检验比较中危组和高危组患者的计数资料;Medcalc软件绘制ROC曲线并比较各组预测因素的诊断效能。结果 中危组和高危组患者在年龄、T分期、M分期、治疗次数、累积剂量、促甲状腺激素、抗甲状腺球蛋白抗体、甲状腺球蛋白差异有统计学意义( $P<0.01$ )。中危组治疗反应的有效预测因素是性别、治疗次数及累积剂量,其中累积剂量的曲线下面积(area under the curve, AUC)最大,但小于三者联合诊断的AUC;中、高危组中有累积剂量、T分期及M分期,其中累积剂量的AUC最大,且同样小于三者联合诊断的AUC。中、高危组死亡风险的有效预测因素是T分期和M分期,其中M分期的AUC最大,T分期和M分期联合诊断的AUC略大于M分期。结论 预测中、高危DTC患者治疗反应的最有效单一因素为累积剂量,预测死亡风险的最有效单一因素为M分期;各预测因素联合诊断的效能均高于单一因素,提示积极的<sup>131</sup>I治疗有利于改善中高危DTC患者的预后。

**关键词:**分化型甲状腺癌;中高危患者;<sup>131</sup>I治疗;最优尺度回归分析;联合诊断

中图分类号:R365 文献标志码:A

## Influencing factors for postoperative <sup>131</sup>I treatment response and prognosis in patients with intermediate- and high-risk differentiated thyroid cancer

ZHAO Yunmulan<sup>1</sup>, GAO Haiyan<sup>2</sup>

(1. School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610056, Sichuan, China;

2. Department of Nuclear Medicine, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital  
(Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology), Chengdu 610072, Sichuan, China)

**Abstract: Objective** To identify the influencing factors for the response to postoperative <sup>131</sup>I treatment and prognosis in patients with intermediate and high-risk differentiated thyroid cancer (DTC) by employing optimal scale regression analysis and joint diagnostic ROC model analysis, so as to provide a reference basis for the development of clinical treatment plans. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 414 patients with intermediate and high-risk differentiated thyroid cancer (DTC) who had undergone postoperative <sup>131</sup>I treatment. The patients were divided into an intermediate-risk group ( $n=275$ ) and a high-risk group ( $n=139$ ) based on the risk of recurrence. Chi-square tests were used to compare the categorical data between the intermediate-risk and high-risk groups; the Mann-Whitney test was employed to compare the numerical data between the two groups. The Medcalc software was used to plot ROC curves and compare the diagnostic efficacy of predictive factors among the groups. **Results** Patients

in the intermediate-risk and high-risk groups showed statistically significant differences in age, T stage, M stage, number of treatments, cumulative dose, thyroid-stimulating hormone, anti-thyroglobulin antibodies, and thyroglobulin levels ( $P < 0.01$ ). The effective predictive factors for treatment response in the intermediate-risk group were gender, number of treatments, and cumulative dose, with the cumulative dose having the largest area under the curve (AUC), but it was still smaller than the AUC of the combined diagnostic model of all three factors. In both the intermediate and high-risk groups, the cumulative dose, T stage, and M stage were predictive factors, with the cumulative dose having the largest AUC, which was also smaller than the AUC of the combined diagnostic model of the three factors. The effective predictive factors for mortality risk in the intermediate and high-risk groups were T stage and M stage, with M stage having the largest AUC. The AUC for the combined diagnosis of T stage and M stage was slightly larger than that of M stage alone. **Conclusion** The most effective single factor for predicting the treatment response in intermediate and high-risk DTC patients is the cumulative dose, while the most effective single factor for predicting the risk of death is the M stage. The efficacy of the combined diagnostic model of all predictive factors is higher than that of any single factor, suggesting that aggressive  $^{131}\text{I}$  treatment is beneficial for improving the prognosis of intermediate and high-risk DTC patients.

**Key words:** Differentiated thyroid cancer; Intermediate- and high-risk patients;  $^{131}\text{I}$  treatment; Optimal scale regression analysis; Combined diagnosis

分化型甲状腺癌(differentiated thyroid cancer, DTC) 占有甲状腺癌的 90% 以上, 主要发生在 40~60 岁人群中, 女性患者多于男性。DTC 通常表现为惰性临床行为<sup>[1-2]</sup>, 进展相对缓慢, 但复发率较高<sup>[3]</sup>。目前 DTC 的主要治疗方案为先行手术, 术后对患者进行肿瘤-淋巴结-转移分期(tumor node metastasis classification, TNM) 和复发风险(低、中、高危) 分层评估, 以进行个性化治疗。研究表明, $^{131}\text{I}$  治疗可以有效清除术后患者的残余甲状腺组织和潜在转移灶, 显著降低复发率和死亡率<sup>[4]</sup>。然而, 我国 DTC 患者 5 年生存率为 84.3%, 与发达国家如美国(98.7%) 相比仍存在差距<sup>[5]</sup>, 其个性化治疗方案的制定工作还有很大提升空间。因此, 确定影响 DTC 患者 $^{131}\text{I}$  治疗效果和预后的预测因素, 对提高治疗效果, 改善预后的意义重大。

影响 DTC 患者 $^{131}\text{I}$  治疗效果与预后的因素众多, 包括术后血清甲状腺球蛋白(thyroglobulin, Tg) 水平、原发肿瘤大小、病理特征、淋巴结转移数量和远处转移等。研究上述因素的相关预测效能, 将有助于临床制定精准的个性化治疗方案。近年已有研究通过多种方法建立预测模型, 以研究多种因素对某单一问题的影响<sup>[6-8]</sup>, 但采用最优尺度回归分析 DTC 患者术后 $^{131}\text{I}$  治疗效果和预后预测因素的研究较少。该模型可以处理不同类型的变量, 通过反复迭代原始数据, 建立最佳量化评分模型以验证结果, 并给出各自变量对因变量的重要性占比。这解决了不同类型变量在数据分析中的难题, 扩大了应用范围<sup>[7-8]</sup>, 能更客观地显示不同指标的权重和赋值。本文通过最优尺度回归分析和联合诊断 ROC 模型,

分析并筛选预测中高危 DTC 患者术后 $^{131}\text{I}$  治疗反应及预后的因素, 为临床制定个性化 $^{131}\text{I}$  治疗方案提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2016 年 1 月至 2024 年 1 月四川省人民医院核医学科收治的经手术治疗、术后病理确诊、 $^{131}\text{I}$  治疗并剔除抗甲状腺球蛋白抗体(anti-thyroglobulin antibodies, TgAb)  $\geq 115 \text{ U/mL}$ <sup>[9]</sup> 的 DTC 患者 414 例, 其中男 110 例, 女 304 例, 9~78 岁, 平均(42.03 $\pm$ 14.13) 岁。纳入标准: 符合 2015 版美国甲状腺协会(American Thyroid Association, ATA) 指南危险分层<sup>[3]</sup> 标准。排除标准: ①  $^{131}\text{I}$  或使用左甲状腺素钠片治疗后出现禁忌证; ② 重要脏器功能严重障碍; ③ 精神类疾病, 无法配合治疗; ④ 妊娠期或哺乳期妇女。根据复发风险分为中危组( $n = 275$ ) 和高危组( $n = 139$ ); 另将全部患者作为中高危组。肿瘤分期标准采用 TNM 分期。本研究经四川省人民医院伦理委员会批准(编号: 2024-694), 获得知情同意书证明。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 治疗方案

患者 $^{131}\text{I}$  治疗前 2~4 周停用左甲状腺素钠片等含碘药物, 禁食含碘丰富的食物。治疗当日测定甲状腺吸碘率(MN-6110 甲状腺功能测定仪, 安徽中科中佳科学仪器有限公司)、检测包括血清促甲状腺激素(thyroid stimulating hormone, TSH)、Tg、

TgAb、游离三碘甲状腺原氨酸(free triiodothyronine, FT3)和游离四碘甲状腺原氨酸(free tetraiodothyronine, FT4)水平在内的甲状腺功能及超声检查颈部。首次清除残留甲状腺(清甲)的治疗剂量为2.22~3.70 GBq(30 mci~100 mci);有颈部淋巴结转移者为5.55 GBq(150 mci);有肺、骨、脑转移用7.4 GBq(200 mci)<sup>[10]</sup>。治疗4 d后进行<sup>131</sup>I全身扫描(Symbia T2单光子发射计算机扫描系统,德国西门子股份公司)。

### 1.2.2 疗效评价及分组

根据ATA指南、血清Tg以及影像学检查,将患者<sup>131</sup>I治疗反应分为满意(excellent response, ER)、不确切(indeterminate response, IDR)、血清学反应欠佳(biochemical incomplete response, BIR)和影像学反应欠佳(structural incomplete response, SIR),进而分为ER状态和不满意(non-excellent response, NER)状态(含IDR、BIR及SIR),并作为统计分析的因变量。若组内有死亡患者,则将死亡作为第三个因变量。将基本资料(性别、年龄和TNM分期)及计数资料(治疗次数、累积剂量、吸碘

率和甲状腺功能指标)设为自变量(被检验因素)。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 26.0统计学软件,通过非参数 $\chi^2$ 检验比较中危组和高危组患者的分类(性别)和等级(T、N、M分期);通过Mann-Whitney *U*检验比较中危组和高危组计数资料;通过最佳标度回归分析和筛选基本资料及计数资料对中危组、高危组和中高危组患者治疗反应和预后的预测因素。采用Medcalc 19.6.4软件对ROC曲线进行分析、对比和联合诊断以比较预测因素的多项诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者基本资料比较

高危组平均年龄大于中危组,且差异有统计学意义( $P < 0.05$ );两组患者T分期和M分期差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。随访时间3~96个月,中位随访时间29个月。见表1。

表1 中危组和高危组患者基本资料比较/ $n(\%)$   
Table 1 Comparison of the basic data between intermediate- and high-risk groups/ $n(\%)$

项目	中危组	高危组	$\chi^2/t$	<i>P</i>
年龄/岁	40.41±13.38	45.14±15.05	2.929	0.002
<55	230(83.63)	96(69.06)	—	—
≥55	45(16.37)	43(30.94)	—	—
性别			-1.094	0.137
男	67(24.36)	43(30.94)	—	—
女	208(75.64)	96(69.06)	—	—
T分期			-9.327	<0.001
TX	18(6.55)	10(7.19)	—	—
T1	129(46.91)	17(12.23)	—	—
T2	66(24.00)	11(7.91)	—	—
T3	42(15.27)	24(17.27)	—	—
T4	20(7.27)	77(55.40)	—	—
N分期			0.325	0.373
NX	6(2.18)	6(4.32)	—	—
N0	17(6.18)	26(18.70)	—	—
N1a	105(38.18)	32(23.02)	—	—
N1b	147(53.45)	75(53.96)	—	—
M分期			16.566	<0.001
M0	274(99.64)	131(92.24)	—	—
M1	10(36)	8(7.76)	—	—

### 2.2 患者临床资料比较

高危组治疗次数、累积剂量和血清Tg水平均值高于中危组;血清TSH和TgAb水平则低于中危组(表2、图1)。两组患者<sup>131</sup>I治疗次数、累积剂量

及治疗前血清TSH、TgAb和Tg水平的差异有统计学意义( $P < 0.05$ );吸碘率以及血清FT3和FT4水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。

表2 中危组和高危组患者临床资料比较  
Table 2 Comparison of clinical data between intermediate- and high-risk groups

组别	治疗次数	累积剂量/ mci	吸碘率/ %	TSH/ (mIU/L)	FT3/ (pmol/L)	FT4/ (pmol/L)	TgAb/ (IU/mL)	Tg/ (ng/mL)
中危组	1.49±0.91	100	3.40	95.19	2.10	5.15	11.51	4.18
高危组	2.14±1.67	250	3.00	77.85	2.19	5.15	8.38	23.00
$t/\chi^2$	-3.981	-4.393	6.241	3.005	6.857	-1.212	12.742	10.96
$P$	0	0	0.175	0.002	0.357	0.076	0	0

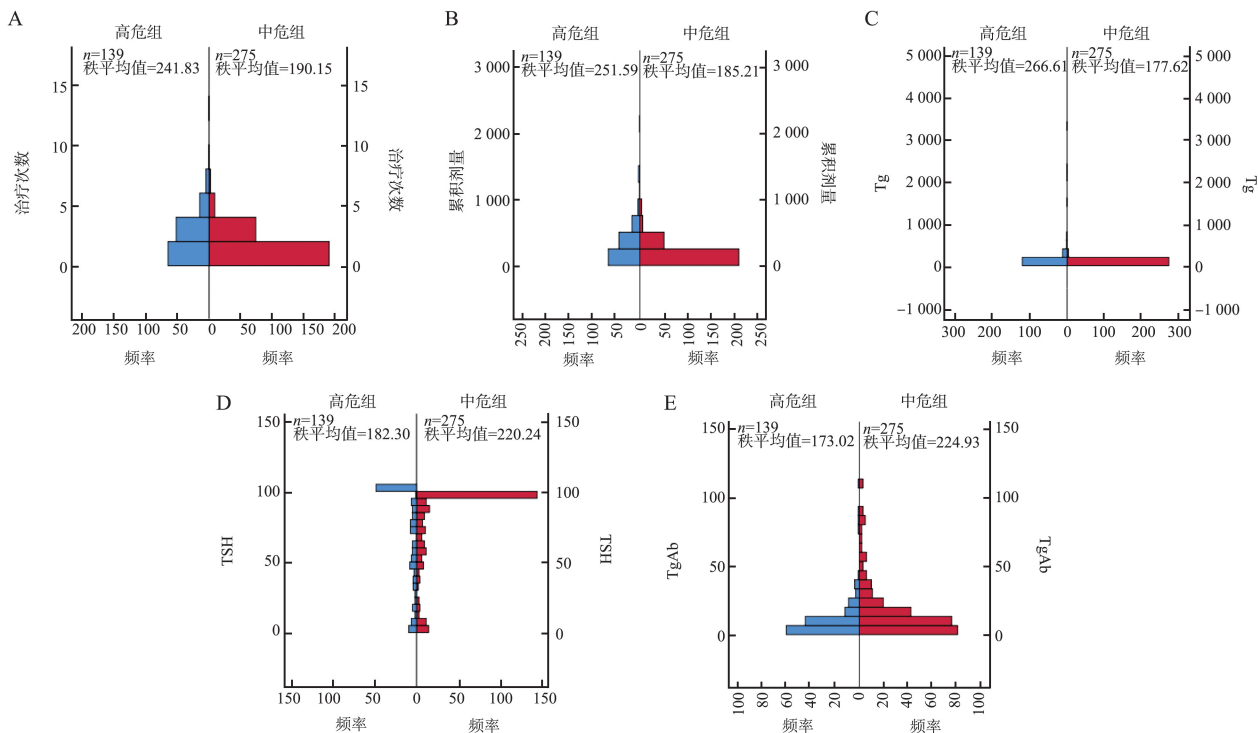


图1 中危组和高危组患者临床数据资料差异

A: 治疗次数频数分布; B: 累计剂量频数分布; C: Tg 频数分布; D: TSH 频数分布; E: TgAb 频数分布。

Figure 1 Differences of clinical data between the intermediate- and high-risk patient groups

A: The frequency distribution of treatment times; B: The frequency distribution of cumulative dosage; C: The frequency distribution of Tg level; D: The frequency distribution of TSH level; E: The frequency distribution of TgAb level.

### 2.3 中危组、高危组和中高危组治疗反应和预后各预测因素的效能

排除死亡患者后,中危组对 ER 和 NER 的预测因素有性别、治疗次数及累积剂量;高危组的预测因素有血清 TSH;中高危组的预测因素有 T 分期、M

分期、累积剂量和血清 TSH 及 FT4。纳入死亡患者后,中危组对 ER、NER 和死亡无有效预测因素;高危组预测因素有 T 分期;中高危组预测因素有 T 分期和 M 分期。见表 3。

表3 中危组、高危组和中高危组各预测因素的效能

Table 3 The efficacy of each predictive factor on treatment response and death in intermediate-, high-, and intermediate-high-risk patients

项目	中危组 (ER/NER)		高危组 (ER/NER)		中高危组 (ER/NER)		高危组 (ER/NER/死亡)		中高危组 (ER/NER/死亡)	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
性别	7.990	0.005	0.440	0.508	0.711	0.399	0.006	0.936	1.092	0.297
年龄	0.345	0.558	0.826	0.365	1.965	0.162	0.348	0.556	1.269	0.261
T 分期	1.998	0.115	1.953	0.165	3.243	0.040	3.863	0.024	6.365	0.002
N 分期	0.629	0.428	2.234	0.112	1.427	0.233	0.953	0.395	0.803	0.449
M 分期	1.896	0.170	0.966	0.328	10.687	0.001	2.626	0.108	7.609	0.001
治疗次数	4.208	0.041	0.270	0.604	0.013	0.910	0.008	0.928	0.013	0.909

续表

项目	中危组 (ER/NER)		高危组 (ER/NER)		中高危组 (ER/NER)		高危组 (ER/NER/死亡)		中高危组 (ER/NER/死亡)	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
累积剂量	15.653	0.000	2.317	0.131	7.955	0.005	0.804	0.372	1.952	0.163
吸碘率	2.389	0.123	0.315	0.576	0.649	0.421	1.372	0.244	0.004	0.951
TSH	0.115	0.735	5.608	0.020	4.517	0.034	2.394	0.124	2.748	0.098
FT3	1.528	0.218	0.001	0.979	0.168	0.682	0.506	0.478	0.133	0.716
FT4	0.214	0.644	2.280	0.134	3.908	0.049	0.892	0.347	2.521	0.113
TgAb	0.099	0.753	0.085	0.771	0.291	0.590	0.780	0.379	0.415	0.520
Tg	1.358	0.245	2.331	0.130	2.521	0.113	1.865	0.175	2.351	0.126

## 2.4 中危、高危和中高危组各预测因素的诊断效能

排除死亡患者后,中危组累积剂量的 AUC 最大,治疗次数次之,差异均存在统计学差异 ( $P < 0.05$ )。将性别、治疗次数和累积剂量进行联合诊断的 AUC 略大于累积剂量,特异性和阳性预测值,差异有统计学意义(图 2A) ( $P < 0.05$ )。高危组的 TSH 预测能力差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ) (图 2B)。中高危组以累积剂量 AUC 最大, T 分期次之, M 分期最小,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。将累积剂量、T 分期、M 分期、血清 TSH 和 FT4 进行联合诊断的 AUC 略大于累积剂量,其特异性、NPV 和 PPV 明显

增加,差异有统计学差异意义 ( $P < 0.05$ ) (图 2C)。

纳入死亡患者后,高危组的 T 分期无统计学差异 ( $P > 0.05$ ) (图 2D);中高危组的 T 分期和 M 分期差异有统计学差异意义 ( $P < 0.05$ );M 分期的 AUC 较大。将 T 分期和 M 分期进行联合诊断, AUC 略高于 M 分期,其他指标差异无统计学差异意义 ( $P > 0.05$ ) (图 2E,表 4)。

在中危组 (ER/NER)、中高危组 (ER/NER) 和中高危组 (ER/NER/死亡) 中,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。单因素与联合诊断的预测效能 (AUC) 之间的差异详见表 5。

表 4 中危、高危和中高危组各预测因素及联合诊断效能

Table 4 The efficacy of each predictive factors and combined diagnosis in intermediate-, high-, and intermediate-high-risk groups

组别	项目	AUC	临界值	敏感性/ %	特异性/ %	NPV/ %	PPV/ %	P
中危组 (ER/NER)	性别	0.536	男	81.63	25.66	86.60	19.20	0.247 0
	治疗次数	0.749	1	67.35	76.99	91.60	38.80	<0.000 1
	累积剂量	0.759	200	61.22	85.84	91.10	48.40	<0.000 1
	三者联合 <sup>a</sup>	0.792	0.17 <sup>*</sup>	59.18	89.82	91.00	55.80	<0.000 1
高危组 (ER/NER)	TSH	0.510	78.10	56.52	56.25	54.50	58.20	0.842 0
中高危组 (ER/NER)	T 分期	0.572	3	47.52	66.67	70.60	42.90	0.014 0
	M 分期	0.633	1	48.94	75.66	73.70	51.50	<0.000 1
	累积剂量	0.749	100	68.79	76.40	82.30	60.60	<0.000 1
	TSH	0.522	58.64	35.46	73.41	68.30	41.30	0.441 4
	FT4	0.507	8.07	89.36	16.85	75.00	36.20	0.770 0
	五者联合 <sup>a</sup>	0.779	0.28 <sup>*</sup>	73.76	72.66	84.00	58.80	<0.000 1
高危组 (ER/NER/死亡)	T 分期	0.509	1	10.67	96.87	48.10	80.00	0.843 5
中高危组 (ER/NER/死亡)	T 分期	0.585	3	49.66	66.67	70.60	45.10	0.003 0
	M 分期	0.646	1	51.02	75.66	73.70	53.60	<0.000 1
	两者联合 <sup>a</sup>	0.672	0.34 <sup>*</sup>	51.02	75.66	73.70	53.60	<0.000 1

<sup>a</sup> $P < 0.05$  因素的联合诊断; \* 联合指标预测概率的临界值。

表 5 中危组和中高危组各预测因素及联合诊断的差异

Table 5 Differences of predictive factors and combined diagnosis between intermediate- and intermediate-high-risk groups

项目	中危组 (ER/NER)			中高危组 (ER/NER)			中高危组 (ER/NER/死亡)		
	AUC 差	Z	P	AUC 差	Z	P	AUC 差	Z	P
性别	0.255	5.519	<0.001	—	—	—	—	—	—
治疗次数	0.043	2.873	0.004	—	—	—	—	—	—
累积剂量	0.033	2.324	0.020	0.029	1.963	0.049	—	—	—

续表

项目	中危(ER/NER)			中高危(ER/NER)			中高危(ER/NER/死亡)		
	AUC差	Z	P	AUC差	Z	P	AUC差	Z	P
T分期	—	—	—	0.207	6.429	<0.001	0.087	3.093	0.002
M分期	—	—	—	0.146	5.902	<0.001	0.026	1.883	0.059
TSH	—	—	—	0.257	7.388	<0.001	—	—	—
FT4	—	—	—	0.272	8.445	<0.001	—	—	—

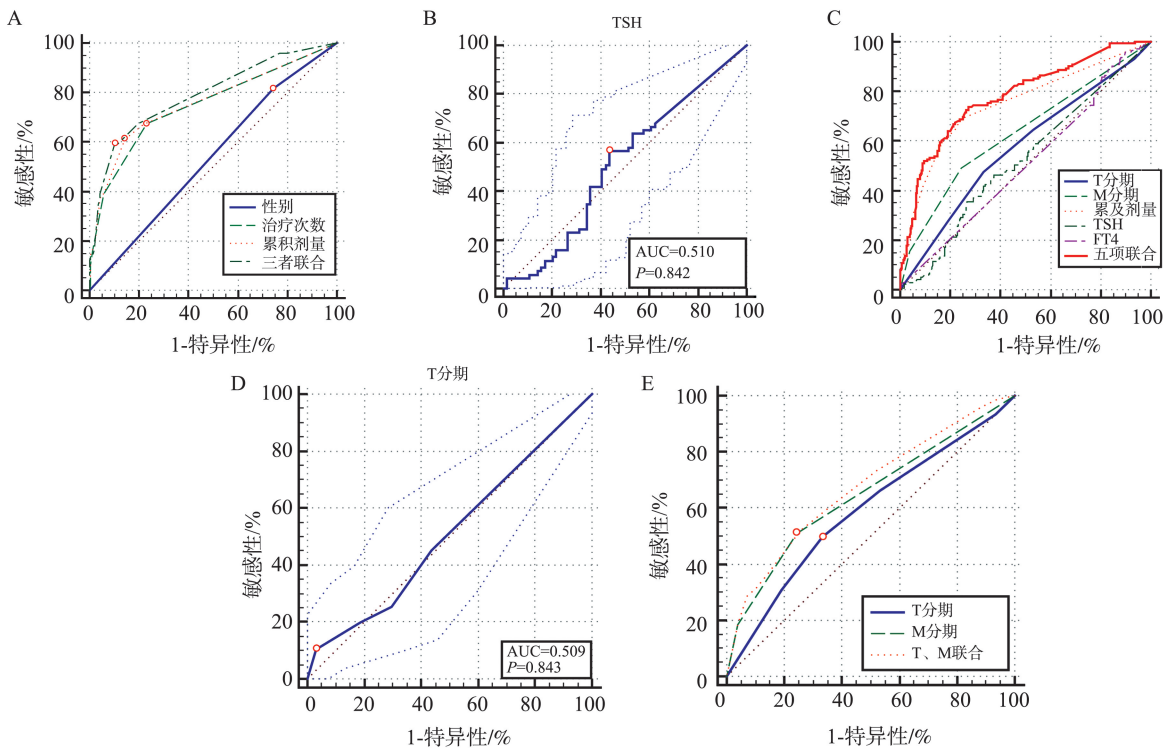


图2 中危组、高危组和中高危组中预测治疗反应和死亡各因素及多因素联合诊断的ROC曲线

A: 中危组各预测因素的AUC曲线; B: 高危组(ER/NER)各预测因素的AUC曲线; C: 中高危组(ER/NER)各预测因素的AUC曲线; D: 高危组(ER/NER/死亡)各预测因素的AUC曲线; E: 中高危组(ER/NER/死亡)各预测因素的AUC曲线。

Figure 2 The ROC curves of predictive factors and multi-factor combined diagnosis in intermediate-, high-, and intermediate-high-risk groups

A: AUC curves of each predictive factor in the moderate-risk group; B: AUC curves of predictive factors in the high-risk group (ER/NER); C: AUC curves of each predictive factor in the moderate and high-risk groups (ER/NER); D: AUC curves of predictive factors in the high-risk group (ER/NER/death); E: AUC curves of each predictive factor in the moderate- and high-risk groups (ER/NER/death).

### 3 讨论

近年来,  $^{131}\text{I}$  治疗已成为 DTC 的主要治疗手段。该方法能有效降低患者复发率和死亡率,尤其在降低高危患者复发风险方面效果显著。相关治疗理念和策略随研究的深入不端更新和优化,并在治疗前评估、风险分层和动态监测等方面取得了长足进展,进一步提高了患者的治疗结果和生存质量。

已有研究显示 DTC 患者的血清 Tg 水平与 DTC 患者的治疗反应<sup>[11-13]</sup> 和预后<sup>[14]</sup> 密切相关,是关键预测因素。但本研究结果表明,血清 Tg 水平并无预测意义。可能与中、高危患者的构成比、年

龄、病理类型、肿瘤大小和包膜侵犯等基本资料,以及随访方案和治疗反应评价标准等有关<sup>[15-17]</sup>。此外,Tg 水平会受残留甲状腺组织、TSH 及 TgAb 水平影响,而本研究未纳入血清 TgAb 水平过高的患者,排除了影响血清 Tg 水平的一个重要因素,也可能是导致预测无效的另一个原因。

Zhao 等研究表明,在甲状腺残留和有转移灶的患者中,治疗前刺激性甲状腺球蛋白 (preablative stimulated thyroglobin, ps-Tg) 对远处转移灶的预测效能与 TSH 密切水平相关:受 TSH 刺激后,有潜在肿瘤病变风险部分的 ps-Tg 水平变化较慢,正常组织的变化较快<sup>[18-19]</sup>,为本研究 TSH 水平是中、高危组患者治疗反应的有效预测因素提供了佐证。

Calò 等<sup>[20]</sup>研究发现,淋巴结微转移患者长期生存不会受淋巴结清扫的影响。本研究得出类似结论,N分期为无效预测因素,而T分期和M分期是中高危组DTC患者的有效预测因素。局部区域转移和远处转移也是复发(风险比分别为2.2和3.9)和死亡(风险比分别为2.5和7.3)的独立危险因素;根据组织病理学结果和远处转移的存在来预测死亡也符合AJCC/UICC TNM分期系统的宗旨<sup>[21-22]</sup>。

<sup>131</sup>I治疗剂量对治疗反应和预后的影响因研究对象不同而存在差异:在低中危DTC患者中,30 mCi与和100 mCi的<sup>131</sup>I疗效相当<sup>[23]</sup>;而在中危患者中,1 110 MBq与5 550 MBq的<sup>131</sup>I治疗在1~2年后的效果相当<sup>[24]</sup>。另有文献报道,中高危DTC患者用低剂量(1 110 MBq)<sup>131</sup>I的治疗效果欠佳,总体消融成功率仅为23.4%;Tg>9 ng/mL的患者宜采用高剂量<sup>131</sup>I治疗<sup>[25]</sup>。Iizuka等<sup>[26]</sup>在高危患者中也推荐高剂量<sup>131</sup>I治疗。本研究与上述研究结果均一致。

本研究尚存在一定局限:首先,纳入研究对象主要为本院患者,覆盖面相对较窄,样本量较少;其次,中危组和高危组患者数量相差较大,可能导致多指标频数偏差,需要来自多中心的大样本研究以提高结果的可靠性。

综上所述,DTC患者<sup>131</sup>I治疗反应的有效预测因素方面,中危组为累积剂量和治疗次数;中高危组累积剂量。预后的有效预测因素方面,中高危组为M分期。由此可见,积极的<sup>131</sup>I治疗有利于改善中高危DTC患者的预后。随着对个体化治疗研究的深入,未来可通过结合更多生物标志物和基因信息,为DTC患者制定精准合理的治疗方案,以提高治疗效率并改善预后。

## 参考文献:

[1] 姚承志,张敏,曾雨可,等.中国甲状腺癌发病和死亡趋势分析与预测[J].中华流行病学杂志,2023,44(6):917-923.  
YAO Chengzhi, ZHANG Min, ZENG Yuke, et al. Analysis and prediction of thyroid cancer morbidity and mortality trends in China [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2023, 44(6): 917-923.

[2] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.

[3] 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.

[4] 柴佳威,朱坤兵,李亚琼,等.隐匿性甲状腺癌:1例病例报道和文献回顾[J].山东大学学报(医学版),2021,59(1):83-87.  
CHAI Jiawei, ZHU Kunbing, LI Yaqiong, et al. Occult thyroid carcinoma: a report of a rare case and review of literature [J]. Journal of Shandong University (Health Sciences), 2021, 59(1): 83-87.

[5] 郑荣寿,孙可欣,张思维,等.2015年中国恶性肿瘤流行情况分析[J].中华肿瘤杂志,2019,41(1):19-28.  
ZHENG Rongshou, SUN Kexin, ZHANG Siwei, et al. Report of cancer epidemiology in China, 2015 [J]. Chinese Journal of Oncology, 2019, 41(1): 19-28.

[6] Wang ZP, Chang QG, Zhang HY, et al. A clinical predictive model of central lymph node metastases in papillary thyroid carcinoma [J]. Front Endocrinol, 2022, 13: 856278. doi:10.3389/fendo.2022.856278.

[7] 曹玉茹,杨年华.基于SPSS最优尺度的回归方法[J].统计与决策,2019,35(12):72-74.  
CAO Yuru, YANG Nianhua. Regression method based on SPSS optimal scale [J]. Statistics & Decision, 2019, 35(12): 72-74.

[8] 王辉,孙仙,徐生刚,等.最优尺度回归分析在老年消化道肿瘤患者住院费用影响因素中的应用[J].中国老年学杂志,2015,35(11):3123-3124.  
WANG Hui, SUN Xian, XU Shenggang, et al. Application of optimal scale regression analysis in influencing factors of hospitalization expenses of elderly patients with digestive tract tumors [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2015, 35(11): 3123-3124.

[9] Qu Y, Huang R, Li L. Low- and high-dose radioiodine therapy for low-/ intermediate-risk differentiated thyroid cancer: a preliminary clinical trial [J]. Ann Nucl Med, 2017, 31(1): 71-83.

[10] 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(2021版)[J].中华核医学与分子影像杂志,2021,41(4):218-241.  
Chinese Society of Nuclear Medicine. Guidelines for radioiodine therapy of differentiated thyroid cancer (2021 edition) [J]. Chinese Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2021, 41(4): 218-241.

[11] Knappe L, Giovanella L. Life after thyroid cancer: the role of thyroglobulin and thyroglobulin antibodies for postoperative follow-up [J]. Expert Rev Endocrinol Metab, 2021, 16(6): 273-279.

[12] Prpic M, Kust D, Kruljac I, et al. Prediction of radioactive iodine remnant ablation failure in patients with dif-

- differentiated thyroid cancer: a cohort study of 740 patients [J]. *Head Neck*, 2017, 39(1): 109-115.
- [13] Prpic M, Kruljac I, Kust D, et al. Re-ablation I-131 activity does not predict treatment success in low- and intermediate-risk patients with differentiated thyroid carcinoma[J]. *Endocrine*, 2016, 52(3): 602-608.
- [14] Campenni A, Ruggeri RM, Siracusa M, et al. Early pre-ablation rhTSH-stimulated thyroglobulin predicts outcome of differentiated thyroid cancer (DTC) patients[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(8): 2466-2475.
- [15] Grani G, Zatelli MC, Alfò M, et al. Real-world performance of the American thyroid association risk estimates in predicting 1-year differentiated thyroid cancer outcomes: a prospective multicenter study of 2000 patients[J]. *Thyroid*, 2021, 31(2): 264-271.
- [16] Chirayath SR, Menon UV, Nair V, et al. Factors determining risk categories in differentiated thyroid carcinoma: study of an Indian cohort[J]. *Indian J Endocrinol Metab*, 2022, 26(3): 269-274.
- [17] Kwon SY, Lee SW, Kong EJ, et al. Clinicopathologic risk factors of radioactive iodine therapy based on response assessment in patients with differentiated thyroid cancer: a multicenter retrospective cohort study[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2020, 47: 561-571. doi: 10.1007/s00259-019-04634-8.
- [18] Zhao T, Liang J, Guo ZQ, et al. Serum thyrotropin level of 30  $\mu$ IU/mL is inadequate for preablative thyroglobulin to serve as a prognostic marker for differentiated thyroid cancer[J]. *Endocrine*, 2016, 53(1): 166-173.
- [19] Zhao T, Liang J, Li TJ, et al. Value of serial preablative thyroglobulin measurements: can we address the impact of thyroid remnants? [J]. *Nucl Med Commun*, 2016, 37(6): 632-639.
- [20] Calò PG, Conzo G, Raffaelli M, et al. Total thyroidectomy alone versus ipsilateral versus bilateral prophylactic central neck dissection in clinically node-negative differentiated thyroid carcinoma: a retrospective multicenter study[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2017, 43(1): 126-132.
- [21] Kim HI, Kim TH, Choe J H, et al. Restratification of survival prognosis of N1b papillary thyroid cancer by lateral lymph node ratio and largest lymph node size[J]. *Cancer Med*, 2017, 6(10): 2244-2251.
- [22] Perrier ND, Brierley JD, Tuttle RM. Differentiated and anaplastic thyroid carcinoma: major changes in the American joint committee on cancer eighth edition cancer staging manual[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(1): 55-63.
- [23] Fatima N, Zaman MU, Zaman A, et al. Comparable ablation efficiency of 30 and 100 mCi of I-131 for low to intermediate risk thyroid cancers using triple negative criteria [J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2016, 17(3): 1115-1118.
- [24] Aghaei A, Ayati N, Shafiei S, et al. Comparison of treatment efficacy 1 and 2 years after thyroid remnant ablation with 1110 versus 5550 MBq of iodine-131 in patients with intermediate-risk differentiated thyroid cancer [J]. *Nucl Med Commun*, 2017, 38(11): 927-931.
- [25] Abe K, Ishizaki U, Ono T, et al. Low-dose radioiodine therapy for patients with intermediate- to high-risk differentiated thyroid cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2020, 34(2): 144-151.
- [26] Iizuka Y, Katagiri T, Ogura K, et al. Comparison between the different doses of radioactive iodine ablation prescribed in patients with intermediate-to-high-risk differentiated thyroid cancer[J]. *Ann Nucl Med*, 2019, 33(7): 495-501.

(编辑:郑潇)