· 论　　著 · Original Article ·

中国现代普通外科进展
Chin J Curr Adv Gen Surg

2025年10月　第28卷　第10期　Oct. 2025　Vol. 28　No. 10

基于^{18}F-FDG PET/CT和肿瘤标志物构建分化型甲状腺癌手术联合碘-131治疗的预后列线图预测模型

陈冬琼[1]　刘建伟[2]　蒋丹[1]　李治泉[1]

内江市第一人民医院　[1]核医学科　[2]肝胆外科　（四川　内江　641000）

【摘要】目的：探讨^{18}F-脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层成像（^{18}F-FDG PET/CT）和肿瘤标志物与手术联合碘-131治疗分化型甲状腺癌（DTC）患者预后的关系，并构建列线图预测模型。**方法：**回顾分析2021年1月至2023年1月于我院接受手术联合碘-131治疗的134例DTC患者的临床病例资料，根据治疗1年后的预后情况分为预后良好组（*n*=106）和预后不良组（*n*=28）。比较两组一般资料、^{18}F-FDG PET/CT相关参数[最大标准化摄取值（SUVmax）、代谢体积（MTV）、病灶糖酵解总量（TLG）]及血清肿瘤标志物[甲状腺球蛋白（Tg）、甲状腺球蛋白抗体（TgAb）]水平，Pearson相关系数分析相关参数与肿瘤标志物水平的相关性，Logistic多因素分析DTC预后的影响因素，受试者工作特征曲线（ROC）分析相关参数联合肿瘤标志物对预后不良的预测效能，构建预后不良的列线图预测模型，并评价该模型预测效能。**结果：**预后不良组Ⅲ~Ⅳ期占比、全切手术方式占比及促甲状腺激素（TSH）、SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb水平均高于预后良好组，差异有统计学意义（$P<0.05$）；Pearson相关系数显示，SUVmax、MTV、TLG与Tg、TgAb水平均与肿瘤标志物水平呈正相关（$P<0.05$）；Logistic分析显示，校正混杂变量后，SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb均是DTC预后不良的独立影响因素（$P<0.05$）；ROC分析显示，SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb联合预测预后不良的效能明显优于各参数单独预测（$P<0.05$）；构建列线图预测模型ROC评价显示模型预测效能良好，K折交叉验证显示模型性能稳定，泛化能力良好。**结论：**^{18}F-FDG PET/CT相关参数SUVmax、MTV、TLG及肿瘤标志物Tg、TgAb均是手术联合碘-131治疗DTC患者预后不良的独立影响因素，基于上述因素构建的预后列线图预测模型具有良好的预测效能，可用于指导临床决策。

【关键词】甲状腺癌，分化型•^{18}F-FDG正电子发射计算机断层成像•碘-131•预后•列线图预测模型

【中图分类号】R735.2

【文献标识码】A　DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2025.10.002

【文章编号】1009-9905（2025）10-0763-06

Construction of prognostic nomogram prediction model of differentiated thyroid cancer surgery combined with iodine-131 therapy based on ^{18}F-FDG PET / CT and tumor markers

CHEN Dong-qiong[1], LIU Jian-wei[2], JIANG Dan[1], LI Zhi-quan[1]

[1]Department of Nuclear Medicine, [2]Department of Hepatobiliary Surgery, Neijiang First People's Hospital

[基金项目] 2021年四川省医学（青年创新）科研课题项目（S212108）

[通信作者] 陈冬琼，E-mail: 306778718@qq.com

(Neijiang 641000, China)

【ABSTRACT】**Objective:** To investigate the relationship between 18F-fluoro-2-deoxy-d-glucose positron emission tomography/computed tomography(^{18}F-FDG PET/CT) and tumor markers and the prognosis of patients with differentiated thyroid cancer(DTC) treated with surgery combined with iodine-131, and to construct a nomogram prediction model. **Methods:** The clinical data of 134 patients with DTC who underwent surgery combined with iodine-131 treatment in our hospital from January 2021 to January 2023 were retrospectively analyzed. According to the prognosis after 1 year of treatment, they were divided into a good prognosis group(n=106) and a poor prognosis group(n=28). The general data, ^{18}F-FDG PET/CT related parameters [maximum standardized uptake value(SUVmax), metabolic volume(MTV), total lesion glycolysis(TLG)] and serum tumor markers[thyroglobulin(Tg), thyroglobulin antibody(TgAb)] levels were compared between the two groups. Pearson correlation coefficient was used to analyze the correlation between the related parameters and the tumor marker levels. Logistic multivariate analysis was used to analyze the influencing factors of DTC prognosis. Receiver operating characteristic curve(ROC) was used to analyze the predictive efficacy of related parameters combined with tumor markers on poor prognosis. Anomogram prediction model for poor prognosis was constructed and the predictive efficacy of the model was evaluated. **Results:** The proportion of stage III-IV, the proportion of total resection and the levels of thyroid stimulating hormone(TSH), SUVmax, MTV, TLG, Tg and TgAb in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group, and the differences were statistically significant(P<0.05). Pearson correlation coefficient showed that SUVmax, MTV, TLG and Tg, TgAb levels were positively correlated with tumor markers(P<0.05). Logistic analysis showed that after adjusting for confounding variables, SUVmax, MTV, TLG, Tg and TgAb were independent influencing factors for the poor prognosis of DTC(P<0.05). ROC analysis showed that the combination of SUVmax, MTV, TLG, Tg and TgAb was significantly better than each parameter alone in predicting poor prognosis(P<0.05). The nomogram prediction model was constructed. ROC evaluation showed that the model had good prediction performance. K-fold cross validation showed that the model had stable performance and good generalization ability. **Conclusion:** The ^{18}F-FDG PET/CT related parameters SUVmax, MTV, TLG and tumor markers Tg and TgAb are all independent factors affecting the poor prognosis of DTC patients treated with surgery combined with iodine-131. The prognostic nomogram prediction model based on the above factors has good predictive efficacy and can be used to guide clinical decision-making.

【KEY WORDS】Thyroid cancer, differentiated•^{18}F-FDG positron emission tomography/computed tomography•Iodine-131•Prognosis•Nomogram prediction model

分化型甲状腺癌(differentiated thyroid cancer, DTC)约占甲状腺癌90%以上,癌细胞增殖速度缓慢;多数患者手术切除后可实现治愈,10年生存率高达90%以上[1-2]。碘-131治疗是DTC术后常用辅助治疗,可降低复发、转移风险[3]。但仍有部分DTC患者在手术联合碘-131治疗后出现复发、转移,甚至发生癌因死亡[4]。因此,预测DTC患者预后有助于指导临床防治。^{18}F-脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层成像(^{18}F-FDG PET/CT)通过全身一次成像,可清晰显示肿瘤解剖结构,并能获取肿瘤细胞增殖、代谢等信息[5]。甲状腺球蛋白(Tg)、甲状腺球蛋白抗体(TgAb)是临床常用的甲状腺癌肿瘤标志物。本研究基于^{18}F-FDG PET/CT和肿瘤标志物构建手术联合碘-131治疗的DTC患者预后预测模型,以期为临床工作提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年1月至2023年1月于我院接受手术联合碘-131治疗的134例DTC患者的临床病例资料。根据治疗1年后患者预后情况,分为预后良好组(n=106)和预后不良组(n=28),预后不良率为20.90%。

纳入标准:(1)符合DTC诊断标准[6],并经病理组织学检查结果证实;(2)行^{18}F-FDG PET/CT检查及血清肿瘤标志物检测,并接受手术联合碘-131治疗;(3)临床资料完整。排除标准:(1)其他类型甲状腺癌,或合并其他恶性病变;(2)伴严重感染性疾病;(3)伴自身免疫、循环系统疾病;(4)伴重要脏器功能不全;(5)未配合完成规律治疗或突发其他重大疾病、失联或意外死亡。本研究经医院医学伦理委员会审核批准(批准号:20250033)。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 选取2名研究组成员为资料调查组成员,共同查阅我院电子病历系统,收集患者资料,包括:性别、年龄、体质量指数(BMI)、基础疾病

（高血压、冠心病、糖尿病）、甲状腺癌家族史；病理类型（乳头状癌、滤泡状癌）、病灶位置（单侧、双侧）、TNM分期（Ⅰ~Ⅱ期、Ⅲ~Ⅳ期）、手术方式（近全切、全切）、促甲状腺激素（TSH）水平；^{18}F-FDG PET/CT检查结果、血清肿瘤标志物水平等。资料调查组成员经统一培训、考核，掌握本研究意义及目的，遵守公平、公正、保密原则，严格筛选病例。数据录入统一使用相同版本EXCEL软件，以双人形式录入、核对，确认无误后经监察员随机抽取20%核查，以确保数据真实性。

1.2.2 ^{18}F-FDG PET/CT检查 所有患者均于碘-131治疗开始前接受^{18}F-FDG PET/CT检查。检查前患者禁食6 h以上，空腹血糖控制到≤8 mmol/L。使用PET/CT扫描仪（uMI780型，上海联影医疗科技公司），静脉注射^{18}F-FDG显像剂（北京原子高科股份有限公司，批准文号：国药准字H20050441，规格：0.37~7.4 GBq）。设置扫描参数：管电流220 mA，管电压120 kV，螺距0.70~1.00 mm。扫描的原始数据上传至工作站进行图像衰减校正及融合。于病变区域勾画感兴趣区，自动测算病变最大标准化摄取值（SUVmax）；采用相对阈值法，以40% SUVmax为阈值，于横断位、矢状位、冠状位自动分割病灶容积，获取术后病灶代谢体积（MTV），并计算病灶糖酵解总量（TLG）。

1.2.3 治疗方案 所有患者接受手术治疗，术后1~3个月内接受碘-131辅助治疗。确认患者碘-131治疗前1个月停用甲状腺激素，治疗前血清TSH水平＞30 mIU/L。根据患者病情，调整碘-131治疗剂量为50~200 mCi。首次治疗后6~12个月进行疗效评估，若评估结果确认仍存在可摄入碘的病灶，则再次进行碘-131清灶治疗，疗程间隔4~8个月。

1.2.4 血清肿瘤标志物水平检测 于碘-131治疗开始前抽取患者空腹肘静脉血，测定血清TgAb、Tg水平。试剂盒均购自四川亚中医疗器械公司，检测步骤按试剂盒说明书要求严格操作。

1.2.5 预后评估 患者碘-131治疗出院后采用门诊回访形式完成为期1年随访，每3个月复查1次。复查项目：碘-131-WBS，血清TgAb、Tg及TSH水平。以未发生复发、转移或癌因死亡等不良事件为预后良好，否则为预后不良。

1.3 观察指标 （1）比较两组一般资料、^{18}F-FDG PET/CT相关参数及血清肿瘤标志物水平；（2）分析^{18}F-FDG PET/CT相关参数与肿瘤标志物水平的相关性；（3）分析^{18}F-FDG PET/CT相关参数、肿瘤标志物与患者预后的关系；（4）^{18}F-FDG PET/CT相关参数和肿瘤标志物预测患者预后不良的价值；（5）构建风险预测模型，并进行预测效能评价。

1.4 统计学方法 所获数据应用SPSS 27.0软件进行统计分析。计量资料经Kolmogorov-Smirnov法检验符合正态分布，以$\bar{x}\pm s$表示，行t检验；计数资料以例（%）表示，行χ^2检验；采用Pearson法分析^{18}F-FDG PET/CT相关参数与肿瘤标志物水平的相关性；采用Logistic回归方程分析^{18}F-FDG PET/CT相关参数、肿瘤标志物对患者预后的影响；采用受试者工作特征曲线（ROC）分析^{18}F-FDG PET/CT相关参数联合肿瘤标志物对预测预后的价值；构建列线图风险预测模型，使用ROC曲线及K折交叉验证评价该模型预测效能及泛化能力。以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 两组TNM分期、手术方式及TSH水平比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表1。

表1 两组一般资料比较

观察指标	预后不良组（n=28）	预后良好组（n=106）	t/χ^2值	P值
性别[例（%）]				
男	11（39.29）	52（49.06）	0.849	0.357
女	17（60.71）	54（50.94）		
年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	62.37±6.54	59.86±6.03	1.925	0.056
BMI（$\bar{x}\pm s$，kg/m^2）	23.19±1.53	22.87±1.49	1.005	0.317
病理类型[例（%）]				
乳头状癌	18（64.29）	51（48.11）	2.319	0.128
滤泡状癌	10（35.71）	55（51.89）		
甲状腺癌家族史[例（%）]	3（10.71）	6（5.66）	0.276	0.599
病灶位置[例（%）]				
单侧	20（71.43）	93（87.74）	3.308	0.069
双侧	8（28.57）	13（12.26）		
基础疾病[例（%）]				
高血压	10（35.71）	34（32.08）	0.133	0.715
糖尿病	11（39.29）	36（33.96）	0.276	0.600
冠心病	7（25.00）	31（29.25）	0.196	0.658
TNM分期[例（%）]				
Ⅰ~Ⅱ期	9（32.14）	61（57.55）	5.729	0.017
Ⅲ~Ⅳ期	19（67.86）	45（42.45）		
手术方式[例（%）]				
近全切术	12（42.86）	75（70.75）	7.570	0.006
全切术	16（57.14）	31（29.25）		
TSH（$\bar{x}\pm s$，IU/mL）	9.15±1.98	6.54±1.51	7.595	＜0.001

2.2 两组^{18}F-FDG PET/CT相关参数及血清肿瘤标志物水平比较 与预后良好组相比，预后不良组SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb水平均较高，差异有统计学意义（$P<0.05$）。见表2。

表 2　两组 ^{18}F-FDG PET/CT 相关参数及血清肿瘤标志物水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SUVmax(g/mL)	MTV(cm^3)	TLG(g/mL)	Tg(ng/mL)	TgAb(U/mL)
预后不良组	28	11.64±2.17	20.57±5.03	135.61±27.39	2.39±0.51	97.14±12.08
预后良好组	106	6.95±1.48	14.62±3.25	74.28±19.54	1.65±0.42	84.57±9.72
t值		13.419	7.600	13.499	7.917	5.773
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3　^{18}F-FDG PET/CT 相关参数与肿瘤标志物水平的相关性　Pearson 相关系数显示，SUVmax、MTV、TLG 与 Tg、TgAb 水平均与肿瘤标志物水平呈正相关($P<0.05$)，见表 3。

表 3　^{18}F-FDG PET/CT 相关参数与肿瘤标志物水平的相关性

PET/CT 参数	Tg		TgAb	
	r值	P值	r值	P值
SUVmax	0.723	<0.001	0.682	<0.001
MTV	0.715	<0.001	0.643	<0.001
TLG	0.637	<0.001	0.711	<0.001

2.4　^{18}F-FDG PET/CT 和肿瘤标志物对患者预后的影响　以患者预后情况为因变量(预后良好=1，预后不良=2)，以上述差异有统计学意义指标 TNM 分期(Ⅰ~Ⅱ期=1，Ⅲ~Ⅳ期=2)、手术方式(全切术=1，近全切术=2)、TSH(连续变量，以实际值代入)、SUVmax(连续变量，以实际值代入)、MTV(连续变量，以实际值代入)、TLG(连续变量，以实际值代入)、Tg(连续变量，以实际值代入)、TgAb(连续变量，以实际值代入)为自变量，进入多因素 Logistic 回归方程分析。结果显示，TNM 分期、手术方式、TSH、SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb 均是手术联合碘-131 治疗 DTC 患者预后不良的影响因素($P<0.05$)，校正 TNM 分期、手术方式、TSH 等相关混杂变量后显示，目的指标 SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb 仍是手术联合碘-131 治疗 DTC 患者预后不良的影响因素($P<0.05$)，见表 4。

表 4　^{18}F-FDG PET/CT 和肿瘤标志物对手术联合碘-131 治疗 DTC 患者预后的影响

因素	β	SE	Waldχ^2	OR	95%CI		P
					下限	上限	
SUVmax	0.462	0.192	5.801	1.588	1.257	2.006	0.016
MTV	0.520	0.207	6.321	1.683	1.428	1.983	0.003
TLG	0.618	0.215	8.266	1.855	1.514	2.274	<0.001
Tg	0.596	0.187	10.161	1.815	1.603	2.055	<0.001
TgAb	0.572	0.203	7.941	1.772	1.495	2.100	<0.001
常数项	−2.409	0.218	10.228	−	−	−	<0.001

注：表格中为校正后数据

2.5　^{18}F-FDG PET/CT 和肿瘤标志物预测手术联合碘-131 治疗 DTC 患者预后不良的价值　ROC 分析结果显示，SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb 预测患者预后不良的曲线下面积(AUC)分别为 0.821、0.815、0.807、0.824、0.775，最佳截断值分别为 11.02 g/mL、17.73 cm^3、132.79 g/mL、1.12 ng/mL、99.95 U/mL，灵敏度分别为 78.57%、82.14%、78.57%、85.71%、71.43%，特异度分别为 69.81%、75.47%、70.75%、67.92%、78.30%。采用 SPSS 软件 LogP 模式将 SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb 进行 Logistic 综合回归拟合，返回预测概率 Logit(P)作为独立检验变量，获取各参数联合预测的 AUC 为 0.930(95%CI：0.873 ~ 0.967)，最佳灵敏度为 85.71%，特异度为 88.68%；成对对比分析显示，SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb 联合预测患者预后不良的 AUC 最大，预测效能明显优于各参数单独预测价值(Z=2.190、2.229、2.369、2.062、2.828，$P<0.05$)。见图 1。

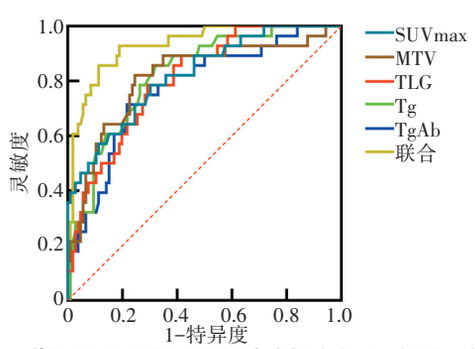

图 1　^{18}F-FDG PET/CT 和肿瘤标志物预测 DTC 患者预后的 ROC 曲线

2.6　DTC 患者预后不良的风险预测模型构建及评价　根据 Logistic 回归方程筛选的独立影响因素，应用 R 软件构建 DTC 患者预后不良风险列线图预测模型，见图 2。对应评分尺得分为每个独立预测指标得分，各指标得分之和为总得分，总得分越高，预后不良风险越高。绘制 ROC 曲线评价该模型预测效能，结果显示，该模型预测 DTC 患者预后不良的 AUC 为 0.925(95%CI：

0.870~0.979），提示该模型对DTC患者预后不良具有良好预测效能，见图3。由于本研究样本量小，拆分成训练集和验证集可能导致模型不稳定，因此采用K折交叉验证模型的泛化能力。本研究最终纳入108例，选择K=5，每次训练集80例，验证集28例，5次验证的AUC分别为0.926、0.929、0.927、0.928、0.924，均值为0.9268，与建模获得的AUC值（0.925）基本一致，且数据高度集中（标准差极小），说明模型性能稳定，泛化能力良好。

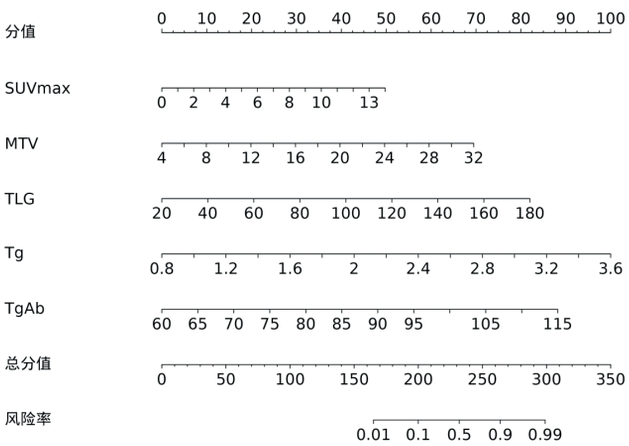

图2　DTC患者预后不良的列线图预测模型

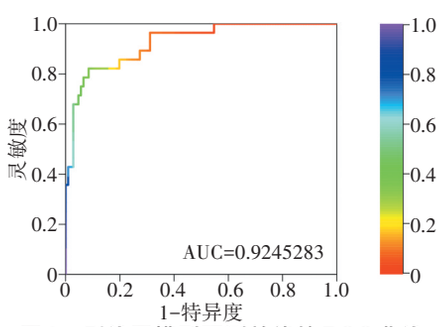

图3　列线图模型预测效能的ROC曲线

3　讨论

研究数据显示，近年来DTC发病率居高不下，术后接受碘-131治疗患者亦随之增加[7-8]。多数患者经碘-131系统性治疗后预后良好；但部分患者肿瘤病灶碘摄取能力逐步下降甚至丧失，无法抑制残留癌细胞活性，存在复发、转移风险，致死率较高[9-10]。本研究发现，134例DTC患者预后不良率为20.90%，接近彭继英等[11]的研究数据。因此，寻找早期预测DTC患者预后的无创、敏感检查方式，实施个性化干预，对改善患者预后，降低复发率、转移率非常重要。

甲状腺切除术后局部组织结构紊乱致使超声、CT等常规影像学检查难以区分正常甲状腺组织与残留微小肿瘤病灶。^{18}F-FDG PET/CT可将解剖及功能图像精确融合，于病变解剖异常改变后、出现临床症状前发现微小病灶，临床诊断准确度较高[12-13]。^{18}F-FDG显像剂与糖类物质结构类似，可通过细胞膜葡萄糖转运体进入细胞，参与机体代谢，代谢旺盛病灶部位可大量吸收^{18}F-FDG显像剂；而显像剂高度聚集于病灶，可经PET/CT成像显示，亦可增加病灶显像清晰度；此外，^{18}F-FDG显像剂仅具有微量辐射，半衰期较短，可短期内随尿液代谢，安全性较高[14-15]。SUVmax可提示肿瘤代谢活跃区域肿瘤细胞活动性、侵袭程度等，MTV可整合一定区域内肿瘤代谢细胞，TLG可综合评估肿瘤体积与糖酵解程度，三者均能清晰显示病灶整体代谢情况。预后不良的DTC患者术后往往存在残留肿瘤细胞，虽保留Tg合成功能，却丧失碘摄取能力，局部代谢旺盛，可表现为SUVmax、MTV、TLG升高[16-17]。本研究结果显示，控制相关变量，SUVmax、MTV、TLG是手术联合碘-131治疗DTC患者预后不良的独立影响因素。

残留的甲状腺癌细胞仍存在一定甲状腺功能，具有Tg合成功能，故血清Tg水平可反映DTC患者是否存在肿瘤细胞残留，进而预测复发、转移风险[18-19]。TSH作为甲状腺滤泡上皮细胞关键刺激因子，其水平可调控Tg表达[20-21]。TgAb为DTC肿瘤标志物，可与Tg特异性结合，引起甲状腺细胞损伤，抑制免疫细胞抗原产生，进而削弱免疫防御，增加残留肿瘤细胞侵袭性及预后不良风险[22-24]。

本研究基于^{18}F-FDG PET/CT相关参数和肿瘤标志物构建DTC预后列线图预测模型，发现SUVmax、MTV、TLG、Tg、TgAb对DTC患者预后具有良好预测效能，且联合预测的价值最高；5次验证的AUC均值与建模AUC值基本一致，具有良好的泛化能力。提示该模型可作为临床预测DTC预后的有效模型，有助于早期识别预后不良高风险人群，进而指导临床实施个性化防治，改善患者预后，降低复发率和转移率。

综上所述，^{18}F-FDG PET/CT相关参数SUVmax、MTV、TLG和肿瘤标志物Tg、TgAb均与手术联合碘-131治疗的DTC患者预后密切相关，基于上述指标构建的列线图预测模型具有良好的预测效能。血清学检测样本易获取、操作便捷、性价比高，^{18}F-FDG PET/CT检查分辨率高、无创、辐射微量，二者联合有助于对手术联合碘-131治疗的DTC患者的预后进行预测，并指导临床实施个性化防治。但由于本研究为回顾性研究，且样本量较小，可能存在选择性偏倚，尚需开展大规模前瞻性临床研究加以验证。

参　考　文　献

[1] 沈晨天，罗全勇.分化型甲状腺癌手术与^{131}I治疗后随访中意外出现甲状腺激素抵抗1例[J].中华核医学与分子影像杂志，2022，42

(2):107-108. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200608-00226.

[2] 宋传伟,刘兆芳,刘兆琳.改良Miccoli术与经腋窝入路全腔镜手术治疗分化型甲状腺癌的疗效比较[J].中国现代普通外科进展,2024,27(11):877-881. DOI:10.3969/j.issn.1009-9905.2024.11.008.

[3] Ventura D, Dittmann M, Büther F, et al. Diagnostic Performance of [^{18}F]TFB PET/CT Compared with Therapeutic Activity [^{131}I]Iodine SPECT/CT and [^{18}F]FDG PET/CT in Recurrent Differentiated Thyroid Carcinoma[J]. J Nucl Med, 2024, 65(2): 192-198. DOI: 10.2967/jnumed.123.266513.

[4] Iizuka Y, Katagiri T, Ogura K, et al. Recurrence-free survival and prognosis after adjuvant therapy with radioactive iodine-131 in patients with differentiated thyroid carcinoma[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 10795-10795. DOI:10.1038/s41598-023-37899-z.

[5] Roy M,Edet-Sanson A,Lefebvre H,et al.Using ^{18}F-FDG-PET/CT Metrics to Predict Survival in Ra-Dio-Iodine Refractory Thyroid Cancers [J]. Diagnostics(Basel), 2022, 12(10): 2381-2381. DOI: 10.3390/diagnostics12102381.

[6]《中国全科医学》编辑部.甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊疗指南[J].中国全科医学,2006,9(8):651-652. DOI:10.3969/j.issn.1007-9572.2006.08.020.

[7] 田明明,陈志峰,郑向欣,等.腔镜与传统开放式甲状腺切除术对分化型甲状腺癌的疗效比较[J].中国现代普通外科进展,2024,27(9):738-741. DOI:10.3969/j.issn.1009-9905.2024.09.016.

[8] Blanco Saiz I, Anda Apiñániz E, Pineda Arribas J, et al. Clinical pathway of metabolic therapy with ^{131}I in differentiated thyroid cancer[J]. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol(Engl Ed), 2023, 42(3): 178-187. DOI: 10.1016/j.remnie.2023.03.001.

[9] Nguyen NC, Anigati EM, Desai NB, et al. Radioactive Iodine Therapy in Differentiated Thyroid Cancer:An Update on Dose Recommendations and Risk of Secondary Primary Malignancies[J]. Semin Nucl Med, 2024, 54(4): 488-496. DOI:10.1053/j.semnuclmed.2024.05.002.

[10] Li XR, Li HJ, Yan Y, et al. Metastatic differentiated thyroid cancer with negative serum stimulated Tg but positive post-therapeutic ^{131}I-SPECT/CT scintigraphy:a single-center retrospective study[J]. Endocrine, 2023, 82(1): 117-125. DOI:10.1007/s12020-023-03397-5.

[11] 彭继英,杨红杰,石晓欣,等.细针穿刺细胞学检查在甲状腺癌碘-131治疗后复发诊断中的应用价值[J].现代检验医学杂志,2020,35(1):127-129. DOI:10.3969/j.issn.1671-7414.2020.01.033.

[12] Bouchelouche K. PET/CT in Bladder Cancer: An Update[J]. Semin Nucl Med, 2022, 52(4): 475-485. DOI: 10.1053/j. semnuclmed.2021.12.004.

[13] Eraj S, Sher DJ. PET/CT: Radiation Therapy Planning in Head and Neck Cancer[J]. PET Clin, 2022, 17(2): 297-305. DOI: 10.1016/j.cpet.2021.12.007.

[14] Lodi Rizzini E, Repaci A, Tabacchi E, et al. Impact of ^{18}F-FDG PET/CT on Clinical Management of Suspected Radio-Iodine Refractory Differentiated Thyroid Cancer(RAI-R-DTC) [J]. Diagnostics(Basel), 2021, 11(8): 1430-1430. DOI:10.3390/diagnostics11081430.

[15] Haidar M, Kassas M, Chehade F, et al. The role of ^{18}F-FDG-PET/CT in the management of differentiated thyroid cancer[J]. Nucl Med Commun, 2023, 44(11): 1046-1052. DOI:10.1097/MNM. 0000000000001758.

[16] 何涛,徐颖,龚发阔,等.^{18}F-FDG PET/CT图像纹理分析用于甲状腺癌临床诊断价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(9):33-35. DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.013.

[17] 吴骥,张春银.^{18}F-FDG与^{68}Ga-FAPI PET/CT诊断分化型甲状腺癌甲状腺全切术后转移[J].中国医学影像技术,2022,38(9):1316-1321. DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2022.09.008.

[18] Karapanou O, Saltiki K, Simeakis G, et al. Histology is more important than persistent anti-Tg antibodies for progression of differentiated thyroid cancer[J]. Clin Endocrinol(Oxf), 2021, 95(1): 217-223. DOI:10.1111/cen.14456.

[19] Schoonen L, Neele M, van Toor H, et al. Impact of Thyroglobulin and Thyroglobulin Antibody Assay Performance on the Differential Classification of DTC Patients[J]. J Endocr Soc, 2021, 6(1): bvab166-bvab166. DOI:10.1210/jendso/bvab166.

[20] 潘林宏,李林,黄鹏.血清Tg、TgAb及TSH监测在分化型甲状腺癌^{131}I治疗随访中的意义[J].分子诊断与治疗杂志,2023,15(10):1816-1819. DOI:10.3969/j.issn.1674-6929.2023.10.038.

[21] Giovanella L, Garo ML, Campenní A, et al. Thyroid Hormone Withdrawal versus Recombinant Human TSH as Preparation for I-131 Therapy in Patients with Metastatic Thyroid Cancer:A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Cancers(Basel), 2023, 15(9): 2510-2510. DOI:10.3390/cancers15092510.

[22] Viola N, Agate L, Caprio S, et al. Thyroid autoimmunity,thyroglobulin autoantibodies,and thyroid cancer prognosis[J]. Endocr Relat Cancer, 2023, 30(7): e230042. DOI:10.1530/ERC-23-0042.

[23] Guastapaglia L, Kasamatsu TS, Nakabashi CCD, et al. The role of a new polyclonal competitive thyroglobulin assay in the follow-up of patients with differentiated thyroid cancer with structural disease but low levels of serum thyroglobulin by immunometric and LC-MS/MS methods[J]. Endocrine, 2021, 72(3): 784-790. DOI:10.1007/s12020-020-02526-8.

[24] van Kinschot CMJ, Peeters RP, van den Berg SAA, et al. Thyroglobulin and thyroglobulin antibodies:assay-dependent management consequences in patients with differentiated thyroid carcinoma[J]. Clin Chem Lab Med, 2022, 60(5): 756-765. DOI: 10.1515/cclm-2021-1046.

(收稿日期:2025-04-11)