

论 著

CT双期增强扫描在甲状腺乳头状癌淋巴结转移鉴别诊断中的应用

武晓娜 邢珂 苏石
郑朝阳 张昆*南阳市第二人民医院颈部甲状腺外科
(河南 南阳 473000)

【摘要】目的 探讨CT双期增强扫描对甲状腺乳头状癌淋巴结转移的鉴别诊断价值。方法 回顾性分析2021年1月至2023年12月我院收治的66例甲状腺乳头状癌患者的CT影像学资料。患者术前均行颈部CT双期增强扫描，术后病理检查确定有区域淋巴结转移43例(转移组)，无区域淋巴结转移23例(未转移组)。分析CT影像学形态特征、CT增强参数，计算CT增强/平扫的密度值比值，进行ROC曲线分析。以手术病理结果为“金标准”，分析CT双期增强扫描与金标准的一致性。结果 转移组与未转移组的病灶钙化率分别为55.81%和39.13%，差异无统计学意义($P>0.05$)。转移组患者中的病灶边界模糊、包膜不完整、明显强化的比例分别为65.12%、76.74%和65.12%，均高于未转移组的34.78%、39.13%和30.43%($P<0.05$)。转移组病灶CT增强动脉期的粗糙度(Co)、依赖熵(DE)、短游程低灰度增强度(SRLGLE)、区域大小不均匀度(SZNN)小于未转移组，游程不均匀度(RLN)、低灰度增强度(LGLE)大于未转移组($P<0.05$)。转移组病灶CT增强静脉期的粗糙度(Co)、小面积低灰度增强度(SALGLE)小于未转移组，长游程高灰度增强度(LRHGLE)、大依赖增强度(LDE)大于未转移组($P<0.05$)。转移组CT增强/平扫的密度值比值大于未转移组($P<0.05$)。CT增强/平扫的密度值比值鉴别诊断甲状腺乳头状癌淋巴结转移的灵敏度为87.30%，特异度为69.77%(AUC=0.851, 95%CI=0.777-0.925)。CT双期增强扫描与“金标准”的一致性较高($\kappa=0.659$)，准确率为84.85%。结论 CT双期增强对鉴别甲状腺乳头状癌淋巴结转移有较高的诊断价值，可根据CT影像学形态特征并结合CT增强定量参数、CT增强/平扫的密度值比值等资料辅助临床诊断。

【关键词】甲状腺癌；甲状腺乳头状癌；
淋巴结转移；CT双期增强

【中图分类号】R581

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.01.015

Application of Dual-phase Contrast Enhanced CT Scanning in Differential Diagnosis of Lymph Node Metastasis from Papillary Thyroid Carcinoma

WU Xiao-na, XING Ke, SU Shi, ZHENG Chao-yang, ZHANG Kun*.

Department of Neck Thyroid Surgery, Nanyang Second People's Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the value of dual-phase contrast enhanced CT in identification of lymph node metastasis from papillary thyroid carcinoma. **Methods** This study retrospectively analyzed the CT data of 66 patients with papillary thyroid carcinoma admitted to the hospital between January 2021 and December 2023. All patients underwent neck dual-phase contrast enhanced CT scan before operation. Postoperative pathological examination confirmed 43 patients with regional lymph node metastasis (metastasis group) and 23 patients without regional lymph node metastasis (non-metastasis group). The morphological characteristics of CT images and CT enhancement parameters were analyzed. The density ratio of CT enhanced/plain scan was calculated, and ROC curve analysis was performed. Taking surgical and pathological results as the golden standard, the consistency between dual-phase contrast enhanced CT scan and the golden standard was analyzed. **Results** The lesion calcification rates in the metastasis group and the non-metastasis group were 55.81% and 39.13%, respectively ($P>0.05$). The proportions of lesions with fuzzy boundaries, incomplete capsules and obvious enhancement in the metastasis group were 65.12%, 76.74% and 65.12%, higher than those in the non-metastasis group (34.78%, 39.13% and 30.43%) ($P<0.05$). The coarseness (Co), dependent entropy (DE), short run low gray level emphasis (SRLGLE) and size zone non-uniformity normalized (SZNN) of the lesions in arterial phase of CT enhanced scan in the metastasis group were smaller than those in the non-metastasis group, while the run length non-uniformity (RLN) and low gray level emphasis (LGLE) were greater than those in the non-low gray level emphasis group ($P<0.05$). The Co and small area low gray level emphasis (SALGLE) in venous phase of CT enhanced scan in the metastasis group were lower than those in the non-metastasis group, while the long run high gray level emphasis (LRHGLE) and large-dependent enhancement (LDE) were greater than those in the non-metastasis group ($P<0.05$). The density ratio of CT enhanced/plain scan in the metastasis group was higher than that in the non-metastasis group ($P<0.05$). The sensitivity and specificity of CT enhanced/plain scan density ratio in identification of lymph node metastasis from papillary thyroid carcinoma were 87.30% and 69.77% (AUC=0.851, 95%CI=0.777-0.925). The dual-phase contrast enhanced CT was highly consistent with the golden standard ($\kappa=0.659$), and the accuracy rate was 84.85%. **Conclusion** Dual-phase contrast enhanced CT has high value in the identification of lymph node metastases from papillary thyroid carcinoma. It can assist clinical diagnosis based on the morphological characteristics, quantitative parameters and density ratio of enhanced/plain scan.

Keywords: Thyroid Carcinoma; Papillary Thyroid Carcinoma; Lymph Node Metastasis; Dual-phase Contrast Enhanced CT

甲状腺乳头状癌是甲状腺癌最常见的病理类型，占90%以上^[1]，恶性程度较低，低危风险甲状腺乳头状癌的5年生存率几乎接近100%^[2]。临床治疗通常采取甲状腺手术切除术，并视情况进行颈部淋巴结清扫术^[3-4]。颈部淋巴结转移是影响患者预后的重要因素之一^[5-6]，也关系着手术方案的制定。能否在术前准确诊断患者是否发生淋巴结转移具有重要意义。尽管颈部超声对甲状腺癌的诊断有着较高的检出率，但无法准确鉴别转移性淋巴结^[7-8]，存在明显局限。CT虽然对甲状腺癌的诊断敏感性不及超声，但可以显示病灶的整体解剖结构，区分颈部血管和颈部淋巴结，明确病变范围、与周围组织的关系，而且CT双期增强扫描对病灶内钙化的检出有较大优势，还可以更好地显示淋巴结内部情况，从而评估是否发生淋巴结转移^[9-10]。目前CT双期增强扫描在甲状腺癌中的应用尚处于起步阶段，CT影像学形态特征、CT增强参数、CT增强/平扫的密度值比值等定量分析资料能否鉴别诊断颈部淋巴结转移尚存在争议，具有较大的研究空间。本研究探讨CT双期增强对甲状腺乳头状癌淋巴结转移的鉴别诊断价值，为临床CT双期增强的应用提供参考，报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年1月至2023年12月我院收治的66例甲状腺乳头状癌患者的CT影像学资料。

纳入标准：符合甲状腺癌的诊断标准^[11]；病理类型为乳头状癌；年龄 ≥ 18 岁；患者术前行颈部CT双期增强扫描，资料齐全，CT图像质量佳；患者行甲状腺手术切除术，并根据颈部淋巴结转移情况选择是否行颈部淋巴结清扫术；甲状腺癌组织及淋巴结的

【第一作者】武晓娜，女，主治医师，主要研究方向：桥本氏甲状腺炎。E-mail: Wuxn0805@163.com

【通讯作者】张 昆，男，副主任医师，主要研究方向：甲状腺疾病诊治。E-mail: nyeyjzx@163.com

病检结果资料齐全。排除标准：术前有放化疗；甲状腺亢进；对造影剂碘过敏；肝肾功能不全。男10例，女56例；年龄18~67岁，平均年龄(39.27±8.35)岁。54例患者为自觉发现颈部肿块而求诊，32例患者为体检超声异常而求诊，所有患者均经过术前颈部CT双期增强扫描检查，并手术病理检查确诊。病理检查确定有区域淋巴结转移43例(转移组)，无区域淋巴结转移23例(未转移组)。本研究获得医院伦理委员会批准，研究对象均知情同意，自愿参与研究。

1.2 方法 检查仪器为64排Light Speed螺旋CT，购自美国GE公司。患者仰卧位，双肩下垂，头部稍向后仰，颈部正中矢状面与台面正中中线一致。告知患者在CT扫描中避免吞咽动作。先进行CT常规平扫，扫描参数：层距5.0 mm，层厚5.0 mm，螺距0.984，电压120 kV，电流360 mA。扫描范围从主动脉弓上缘开始向上扫描至舌骨，观察甲状腺的位置、边缘、内部密度、与周围结构的关系、有无淋巴结肿大等。CT双期增强扫描，采用团注法经肘静脉注射对比剂碘佛醇注射液，购自江苏恒瑞医药有限公司，国药准字H20067896，规格为每1 mL碘佛醇含320 mg碘。对比剂碘佛醇给药剂量为1 mL/kg，静脉注射速度为3 mL/s。动脉期扫描延迟30 s，静脉期扫描延迟60 s。扫描结束后，原始数据选用1 mm层厚对动脉期和静脉期图像分别进行薄层重建，重建间隔0.5 mm，FOV为250，重建冠状位和矢状位MIP和3D图像。使用美国GE公司AW4.4工作站进行图像后处理。由影像科2名中级以上职称的医师独立诊断。定位颈部淋巴结，勾画感兴趣区，注意动脉期与静脉期的感兴趣区域保持一致。分析CT影像学形态特征，包括病灶钙化情况、钙化形态特征、边界特征、包膜完整性特征、强化程度。判定标准：(1)钙化：钙化直径≤2 mm定义为细小钙化，钙化直径>2 mm定义为粗大钙化，呈斑点样散状钙化为点状钙化，呈团块状钙化为团块状钙化。(2)强化程度：以正常甲状腺组织作为参考，增强CT值>40 Hu为明显强化，≤40 Hu为不明显强化。

1.3 数据收集 提取处理后的CT增强扫描的参数资料，动脉期

参数包括：粗糙度(coarseness, Co)、依赖熵(dependence entropy, DE)、短游程低灰度增强度(short run low gray level emphasis, SRLGLE)、游程不均匀度(run length non-uniformity, RLN)、低灰度增强度(low gray level emphasis, LGLE)、区域大小不均匀度(size zone non-uniformity normalized, SZNN)。静脉期参数包括：粗糙度(coarseness, Co)、小面积低灰度增强度(small area low gray level emphasis, SALGLE)、长游程高灰度增强度(long run high gray level emphasis, LRHGLE)、大依赖增强度(large dependence emphasis, LDE)。比较转移组与未转移组的病灶CT增强参数。分别记录CT增强与CT平扫的密度值，计算CT增强/平扫的密度比值，进行ROC曲线分析。以甲状腺手术切除术的病理结果为金标准，根据影像科2名中级以上职称的医师的诊断结果，分析CT双期增强扫描与金标准的一致性。

1.4 统计学方法 使用SPSS 22.0统计分析软件。计量资料经正态检验后满足正态分布，计量资料以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，采用独立样本t检验。计数资料以例(%)表示，采用 χ^2 检验。绘制ROC曲线，计算ROC曲线下面积(area under curve, AUC)、灵敏度、特异度、约登指数、截断值。与“金标准”的一致性分析采用Kappa检验。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT影像学表现 CT平扫呈圆形或类圆形低密度影，边缘分叶不清，密度不均匀，信号混杂，存在不规则坏死区。CT增强扫描可见肿瘤组织周边显示完整的强化环，包膜不完整，囊变区不强化，部分出现钙化，钙化主要为团块状钙化、粗大钙化、细小钙化。转移淋巴结多呈环状不均匀明显强化，动脉期增强扫描显示淋巴结与周围组织对比欠佳，而静脉期呈现明显强化，对比明显。典型病例见图1-4。

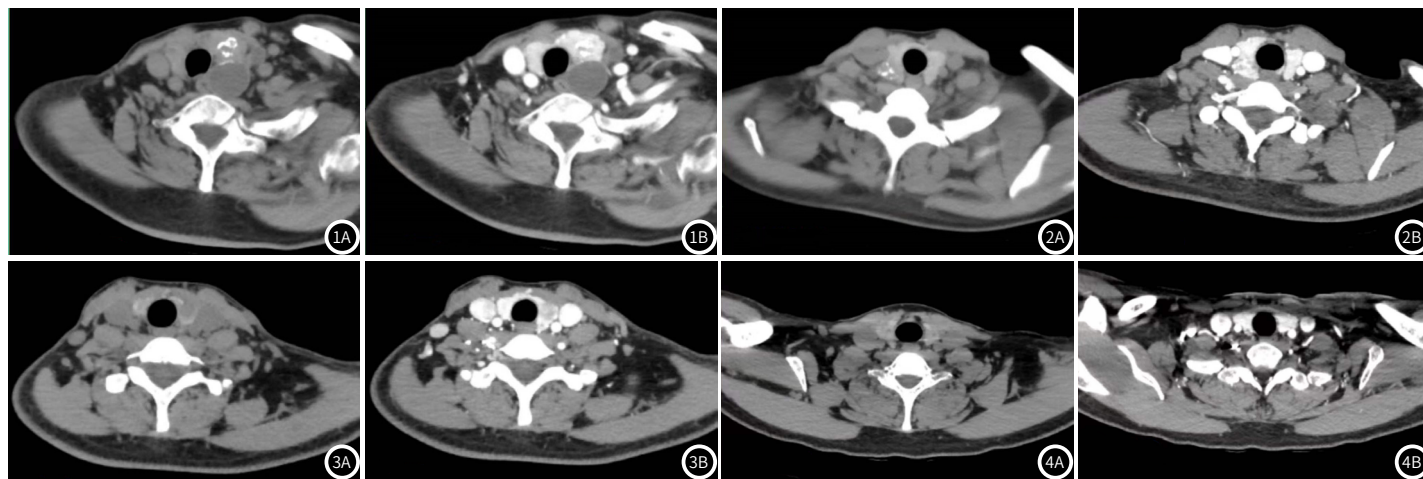


图1A-图1B 女性，70岁，左侧甲状腺乳头状癌III期；图1A为CT平扫；图1B为CT双期增强扫描，提示气管受压右移，左侧喉返神经及食管壁受侵犯。

图2A-图2B 女性，42岁，右侧甲状腺乳头状癌I期；图2A为CT平扫；图2B为CT双期增强扫描，提示甲状腺右侧叶后部显示团片状低密度影，内密度不均，伴斑点状钙化，增强后可见不均匀明显强化，强化低于正常甲状腺组织。甲状腺右侧叶后下方-食管上段右旁可见不规则多结节样影，内密度欠均匀，增强后可见欠均匀强化，局部与甲状腺下极分界不清。

图3A-图3B 女性，38岁，双侧甲状腺乳头状癌I期；图3A为CT平扫；图3B为CT双期增强扫描，提示左侧叶可见小片状稍低密度影，境界欠清，增强后不均匀强化。甲状腺双侧叶另可见点片状低强化灶。

图4A-图4B 男性，47岁，双侧甲状腺乳头状癌I期；图4A为CT平扫；图4B为CT双期增强扫描，提示双侧叶可见小片状低密度影，增强扫描可见欠均匀强化，气管居中，无受压或移位，双侧颈部可见小淋巴结影。

2.2 转移组与未转移组的病灶钙化情况比较 转移组24例患者出现病灶钙化，钙化率为55.81%。未转移组9例患者出现病灶钙化，钙化率为39.13%。转移组与未转移组的病灶钙化率以及各种钙化形态分布比例比较差异无统计学意义(P>0.05)，见表1。

2.3 转移组与未转移组的病灶CT增强特征比较 CT双期增强下，转移组28例患者病灶边界模糊，占65.12%；未转移组8例患者病灶边界模糊，占34.78%。转移组33例患者包膜不完整，

占76.74%；未转移组9例患者包膜不完整，占39.13%。转移组28例患者明显强化，占65.12%；未转移组7例患者明显强化，占30.43%。转移组患者中的病灶边界模糊、包膜不完整、明显强化的比例均高于未转移组，差异有统计学意义(P<0.05)，见表2。

2.4 转移组与未转移组的病灶CT增强参数比较 转移组病灶CT增强动脉期的定量参数Co、DE、SRLGLE、SZNN均小于未转移组，RLN、LGLE大于未转移组，差异有统计学意义(P<0.05)。

转移组病灶CT增强静脉期的定量参数Co、SALGLE均小于未转移组,LRHGLE、RLN、LDE大于未转移组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表3-4。

2.5 转移组与未转移组的病灶CT增强与CT平扫的密度值比值比较 转移组CT增强的密度值大于未转移组,差异有统计学意义($P<0.05$)。转移组CT平扫的密度值与未转移组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。转移组CT增强/平扫的密度值比值大于未转移组,差异有统计学意义($P<0.05$)，见表5。

表1 转移组与未转移组的病灶钙化情况比较(例)							
组别	例数	钙化		钙化形态			
		是	否	团块状钙化	粗大钙化	细小钙化	点状钙化
转移组	43	24	19	5	13	4	2
未转移组	23	9	14	2	4	2	1
χ^2		1.668		0.293			
P		0.196		0.961			

2.6 ROC曲线分析 当截断值 >1.86 时,CT增强/平扫的密度值比值鉴别诊断甲状腺乳头状癌淋巴结转移的灵敏度为87.30%,特异度为69.77%,约登指数为0.571($AUC=0.851$,95%CI=0.777-0.925),ROC曲线见图5。

2.7 一致性分析 以甲状腺手术切除术的病理结果为“金标准”,CT双期增强扫描鉴别诊断甲状腺乳头状癌淋巴结转移的灵敏度为90.70%,特异度为73.91%,阳性预测率为86.67%,阴性预测率为80.95%,准确率为84.85%。CT双期增强扫描与“金标准”的一致性较高($kappa=0.659$)，见表6。

表2 转移组与未转移组的病灶CT增强特征比较(例)							
组别	例数	边界		包膜完整		强化程度	
		清楚	模糊	是	否	明显	不明显
转移组	43	15	28	10	33	28	15
未转移组	23	15	8	14	9	7	16
χ^2		5.561		9.162		7.236	
P		0.018		0.002		0.007	

表3 转移组与未转移组的病灶CT增强动脉期的定量参数比较							
组别	例数	Co	DE	SRLGLE	RLN	LGLE	SZNN
转移组	43	0.31±0.07	5.29±1.30	0.11±0.03	53.42±13.02	0.63±0.15	0.41±0.10
未转移组	23	0.45±0.10	14.87±3.70	1.96±0.45	35.06±8.63	0.28±0.08	0.85±0.21
t		6.644	15.379	27.029	6.075	10.402	11.557
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 转移组与未转移组的病灶CT增强静脉期的定量参数比较						
组别	例数	Co	SALGLE	LRHGLE	RLN	LDE
转移组	43	1.55±0.37	0.52±0.14	10.34±2.60	66.23±16.59	59.31±14.81
未转移组	23	2.89±0.73	1.63±0.17	3.57±0.92	31.48±7.93	42.05±10.50
t		9.927	28.458	12.053	9.459	4.955
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表5 转移组与未转移组的病灶CT增强与CT平扫的密度值比值比较				
组别	例数	CT增强的密度值(Hu)	CT平扫的密度值(Hu)	比值
转移组	43	102.60±27.83	44.62±12.05	2.30±0.74
未转移组	23	77.58±22.16	46.97±13.14	1.65±0.52
t		3.722	0.732	3.741
P		<0.001	0.467	<0.001

表6 CT双期增强扫描与金标准的一致性分析			
CT双期增强		手术病理(金标准)	合计
		+	-
+	39	6	45
-	4	17	21
合计	43	23	66

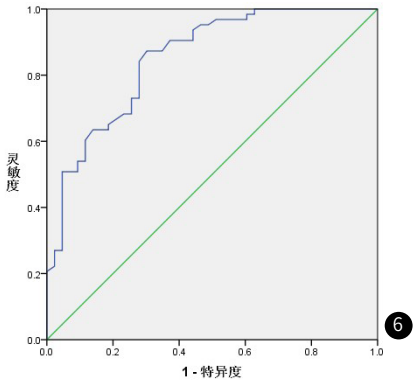


图5 CT增强/平扫的密度值比值鉴别诊断甲状腺乳头状癌淋巴结转移的ROC曲线

3 讨 论

CT双期增强扫描是近年来新发展的CT扫描技术,检查原理是通过静脉注射碘对比剂后分别于强化的动脉期与静脉期进行2次强化扫描,由于病变组织与邻近正常组织的密度差存在一定的密度差,碘对比剂在病理组织中停滞积蓄而强化,增加了这种密度

差,提高了病变显示率^[12]。一项Meta分析研究^[13]发现,在甲状腺乳头状癌的CT诊断中,常规CT平扫对癌组织及转移性淋巴结的显影不清楚,难以对病变定性诊断。因此,应用CT双期增强扫描十分有必要。

本研究探讨CT双期增强扫描对甲状腺乳头状癌淋巴结转移的鉴别诊断价值,从CT影像学形态特征表现分析,结果显示,转移组患者中的病灶边界模糊、包膜不完整、明显强化的比例分别为65.12%、76.74%和65.12%,均高于未转移组的34.78%、39.13%和30.43%。相比良性肿瘤,甲状腺乳头状癌呈浸润性生长,病灶边界大多不清晰、包膜不完整,而且若发生淋巴结转移,恶性程度增高,CT双期增强扫描后,病灶强化明显,边界反不如CT平扫清楚^[14-15]。不过,本研究发现转移组与未转移组的病灶钙化率分别为55.81%和39.13%,无明显差异。目前学术界认为钙化与甲状腺癌的关系尚存在争议,钙化在甲状腺良恶性病变组织中均能出现^[16],但钙化形态存在差异,有研究^[17]认为细小钙化是甲状腺癌的特异性表现之一,但甲状腺癌也不排除其他钙化形态,无法仅根据钙化特征来鉴别甲状腺癌及其淋巴结转移。

CT增强定量参数分析是目前影像学研究的新方向,本研究初步分析CT增强的动静脉期参数,结果显示转移组病灶CT增强动脉期的定量参数Co、DE、SRLGLE、SZNN均小于未转移组,RLN、LGLE大于未转移组。转移组病灶CT增强静脉期的定量参数Co、SALGLE均小于未转移组,LRHGLE、RLN、LDE大于未转移组。Co指CT增强粗糙度,数值越大表示图像的纹理粗细越均匀,灰度值变化小^[18]。上述结果可以解释为在发生淋巴结转移的甲状腺癌组织中,恶性程度高,癌组织浸润性生长,血液微循环差,癌细胞的生长无序紊乱,有时会出现坏死结构,因此在影像学成像上图像的纹理粗细不均匀,灰度值变化大,即转移组病灶的Co小于未转移组。DE、SRLGLE、SZNN、RLN、LGLE等参数指标同理。Gürsoy等^[19]研究也表示CT双期增强扫描定量评价甲状腺乳头状癌颈淋巴结转移的应用价值高,分析CT增强定量参数可为描述肿瘤病理特征提供参考。

多项研究^[20-21]表示,甲状腺乳头状癌中CT增强与CT平扫的密度值存在差异,CT增强的检出率一般高于CT平扫的检出率。这是因为CT增强通过注射碘对比剂,人为增加对比度,使得病灶与周围正常组织的强化程度不一致,病灶与周围正常组织的密度差异增大,因此临床上可以借此发现CT平扫漏检的病灶。本研究发现,转移组CT增强/平扫的密度值比值大于未转移组,这与魏培英等^[22]研究报道相符。进一步ROC曲线分析显示,CT增强/平扫的密度值比值鉴别诊断甲状腺乳头状癌淋巴结转移的灵敏度为87.30%,特异度为69.77%,可作为辅助诊断指标。

CT双期增强扫描具有以下优势:第一,可以发现CT平扫漏检的病灶,提高检出率。第二,对于已确定为甲状腺癌的病例,CT双期增强扫描可以进一步分析肿瘤病理特征,分析是否发生淋巴结转移,为手术方案提供参考,判断甲状腺切除后的颈部淋巴结清扫。结合CT影像学形态特征并结合CT增强定量参数、CT增强/平扫的密度值比值等资料,本研究发现CT双期增强扫描与“金标准”的一致性较高,总体准确率可达84.85%。综上所述,CT双期增强对鉴别甲状腺乳头状癌淋巴结转移有较高的诊断价值,可根据CT影像学形态特征并结合CT增强定量参数、CT增强/平扫的密度值比值等资料辅助临床诊断。

参考文献

- [1] BERGDORF K, FERGUSON DC, MEHRAD M, et al. Papillary thyroid carcinoma behavior: clues in the tumor microenvironment[J]. *Endocr Relat Cancer*, 2019, 26(6): 601-614.
- [2] ARIANPOOR A, ASADI M, AMINI E, et al. Investigating the prevalence of risk factors of papillary thyroid carcinoma recurrence and disease-free survival after thyroidectomy and central neck dissection in Iranian patients[J]. *Acta Chir Belg*, 2020, 120(3): 173-178.

- [3] HARRIES V, WANG LY, MCGILL M, et al. Should multifocality be an indication for completion thyroidectomy in papillary thyroid carcinoma[J]. *Surgery*, 2020, 167(1): 10-17.
- [4] 师帅, 付言涛. cN0期甲状腺乳头状癌中央组淋巴结预防性清扫的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(11): 98-106.
- [5] 中金付, 李娟, 王卓群, 等. 甲状腺乳头状癌中央区淋巴结转移的影响因素分析[J]. *安徽医学*, 2020, 41(12): 1398-1401.
- [6] 卞妍雨, 姚晓波, 谢强, 等. 中高危甲状腺乳头状癌患者术后临床特征与¹³¹I治疗临床转归的影响因素分析[J]. *安徽医学*, 2021, 42(2): 153-156.
- [7] WANG G, LI X, LI L, et al. Clinical value of ultrasonic imaging in diagnosis of hypopharyngeal cancer with cervical lymph node metastasis[J]. *Oncol Lett*, 2019, 18(6): 5917-5922.
- [8] NISHIO N, FUJIMOTO Y, HIRAMATSU M, et al. Diagnosis of cervical lymph node metastases in head and neck cancer with ultrasonic measurement of lymph node volume[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2019, 46(6): 889-895.
- [9] 吴利江, 舒艳艳, 韩志江, 等. 单发甲状腺乳头状癌同侧中央区淋巴结转移CT征象分析[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2019, 13(4): 305-308.
- [10] YU J, DENG Y, LIU T, et al. Lymph node metastasis prediction of papillary thyroid carcinoma based on transfer learning radiomics[J]. *Nat Commun*, 2020, 11(1): 4807-4809.
- [11] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 甲状腺癌诊疗规范(2018年版)[J]. *中华普通外科文献*, 2019, 13(1): 1-15.
- [12] HE X, GUO B, LEI Y, et al. Thyroid gland delineation in noncontrast-enhanced CT using deep convolutional neural networks[J]. *Phys Med Biol*, 2020, 10(28): 1361-1365.
- [13] CHO SJ, SUH CH, BAEK JH, et al. Diagnostic performance of CT in detection of metastatic cervical lymph nodes in patients with thyroid cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(9): 4635-4647.
- [14] SU GY, XU XQ, ZHOU Y, et al. Texture analysis of dual-phase contrast-enhanced CT in the diagnosis of cervical lymph node metastasis in patients with papillary thyroid cancer[J]. *Acta Radiol*, 2021, 62(7): 890-896.
- [15] WU YY, WEI C, WANG CB, et al. Preoperative prediction of cervical nodal metastasis in papillary thyroid carcinoma: value of quantitative dual-energy CT parameters and qualitative morphologic features[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2021, 216(5): 1335-1343.
- [16] 谭丽莲, 龚宇龙, 罗美文, 等. 超声下甲状腺结节内钙化对良恶性结节的诊断价值[J]. *现代医用影像学*, 2020, 29(1): 149-150, 179.
- [17] 何翠云, 周宏伟, 吴潇潇, 等. 超声诊断甲状腺结节钙化与甲状腺癌相关性分析[J]. *大理大学学报*, 2019, 4(2): 85-87.
- [18] 赵泓博, 尹映丽, 刘畅, 等. 基于CT双期增强影像组学预测甲状腺乳头状癌淋巴结转移[J]. *放射学实践*, 2021, 36(4): 458-463.
- [19] GÜRSOY A, UZUN Ç, KUL M, et al. The impact of arterial phase on the detection of cervical lymph node metastasis from papillary thyroid carcinoma: a quantitative evaluation on multiphasic computed tomography[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2020, 44(2): 262-268.
- [20] 马燕, 任开彬, 江兆祥, 等. 甲状腺微小乳头状癌CT增强扫描与CT平扫的诊断价值对比研究[J]. *中国医学装备*, 2020, 17(4): 21-23.
- [21] LIU Y, LI S, YAN C, et al. Value of dual-phase, contrast-enhanced CT combined with ultrasound for the diagnosis of metastasis to central lymph nodes in patients with papillary thyroid cancer[J]. *Clin Imaging*, 2021, 7(5): 5-11.
- [22] 魏培英, 蒋念东, 韩志江, 等. CT强化程度对甲状腺乳头状癌颈部淋巴结转移的诊断价值[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2020, 14(2): 144-148.

(收稿日期: 2024-04-08)

(校对编辑: 翁佳鸿)