

✧胸部影像学

¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters for predicting malignancy degree of thymus epithelial tumors

LIN Xuyang, WANG Ran, HAN Xingmin*

(Department of Nuclear Medicine, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the value of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters for predicting malignancy degree of thymus epithelial tumors (TET). **Methods** Data of 95 TET patients confirmed by pathology were retrospectively analyzed. The histological types (low-risk thymoma, high-risk thymoma, thymic cancer) and clinical stages (stage I—IV) of TET were evaluated according to pathological findings. Based on ¹⁸F-FDG PET/CT, the maximum standard uptake value (SUV_{max}) and the peak standard uptake value (SUV_{peak}) of original tumors, the ratio of SUV_{max} to the mean standard uptake value of mediastinal blood pool, i. e. target-to-background ratio (TBR) were calculated. Taking SUV=2.5 and 40% SUV_{max} as thresholds, the total lesion glycolysis (TLG_{2.5}, TLG_{40%}) and metabolic tumor volume (MTV_{2.5}, MTV_{40%}) were obtained, respectively. Metabolic parameters of TET were compared among different histological types and clinical stages. Receiver operating characteristic (ROC) curves of the above metabolic parameters being significantly different in pairwise comparisons were drawn, and the area under the curve (AUC) were calculated to evaluate the efficacy for predicting for histological type of TET. **Results** Among 95 cases, low-risk thymoma, high-risk thymoma and thymic cancer were found in 27, 15 and 53 cases, including 28 cases of stage I, 8 cases of stage II, 12 cases of stage III and 47 cases of stage IV. Significant differences of SUV_{max}, SUV_{peak} and TBR were among different histological types TET (all $P<0.05$). TLG_{2.5} and MTV_{2.5} of high-risk thymoma and thymic cancer were higher than those of low-risk thymoma (all $P<0.05$), and TLG_{40%} of thymic cancer was higher than that of low-risk thymoma ($P<0.05$). No significant difference of other metabolic parameters was found (all $P>0.05$). SUV_{max}, SUV_{peak}, TBR, TLG_{2.5}, TLG_{40%} and MTV_{2.5} of stage IV TET were higher than those of stage I TET (all $P<0.05$), and TLG_{2.5} of stage III TET was higher than that of stage I TET ($P<0.05$). There was no significant difference of other metabolic parameters among TET among different clinical stages (all $P>0.05$). AUC of SUV_{max}, SUV_{peak} and TBR for predicting low-risk and high-risk thymoma was 0.857, 0.840 and 0.857, for predicting high-risk thymoma and thymic cancer was 0.769, 0.758 and 0.755, respectively. **Conclusion** ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters could effectively predict malignancy degree of TET.

[Keywords] thymus neoplasms; positron-emission tomography; pathology

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.03.012

¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数预测胸腺上皮肿瘤恶性程度

蔺旭阳,王 冉,韩星敏*

(郑州大学第一附属医院核医学科,河南 郑州 450052)

[摘要] **目的** 观察¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数对预测胸腺上皮肿瘤(TET)恶性程度的价值。**方法** 回顾性分析 95 例经病理诊断的 TET 患者,根据病理结果进行组织学分型(低危型胸腺瘤、高危型胸腺瘤、胸腺癌)及临床分期(I~IV 期)。基于¹⁸F-FDG PET/CT 获取原发灶最大标准摄取值(SUV_{max})、峰值标准摄取值(SUV_{peak})、原发灶 SUV_{max} 与纵隔血

[第一作者] 蔺旭阳(1999—),女,河南新乡人,硕士,医师。研究方向:核医学诊断。E-mail: 1152237025@qq.com

[通信作者] 韩星敏,郑州大学第一附属医院核医学科,450052。E-mail: xmhan@zzu.edu.cn

[收稿日期] 2023-09-21 [修回日期] 2023-12-02

池平均标准摄取值的比值,即靶区本底比值(TBR),分别以 $SUV = 2.5$ 及 $40\% SUV_{max}$ 为阈值,获得病灶糖酵解总量($TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$)及肿瘤代谢体积($MTV_{2.5}$ 、 $MTV_{40\%}$)。比较不同类型及临床分期 TET 各代谢参数的差异。针对两两比较差异均有统计学意义的代谢参数绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC),评估其预测不同组织学分型 TET 的效能。**结果** 95 例中,27 例低危型胸腺瘤、15 例高危型胸腺瘤、53 例胸腺癌;临床分期 I 期 28 例、II 期 8 例、III 期 12 例、IV 期 47 例。不同类型 TET 间 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 差异均有统计学意义($P < 0.05$),高危型胸腺瘤及胸腺癌 $TLG_{2.5}$ 和 $MTV_{2.5}$ 均高于低危型胸腺瘤($P < 0.05$),胸腺癌 $TLG_{40\%}$ 高于低危型胸腺瘤($P < 0.05$);其他代谢参数差异均无统计学意义($P > 0.05$)。临床 IV 期 TET 的 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 、TBR、 $TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$ 、 $MTV_{2.5}$ 均高于 I 期($P < 0.05$),III 期 TET 的 $TLG_{2.5}$ 高于 I 期($P < 0.05$),不同临床分期 TET 其余代谢参数差异均无统计学意义($P > 0.05$)。以 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测低危型与高危型胸腺瘤的 AUC 分别为 0.857、0.840 及 0.857,预测高危型胸腺瘤与胸腺癌的 AUC 分别为 0.769、0.758 及 0.755。**结论** ^{18}F -FDG PET/CT 代谢参数可有效预测 TET 恶性程度。

[关键词] 胸腺肿瘤; 正电子发射断层显像; 病理学

[中图分类号] R736.3; R445.5 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)03-0378-05

胸腺上皮肿瘤(thymic epithelial tumor, TET)为前纵隔常见肿瘤。WHO 将 TET 组织学分类简化为低危型(A、AB、B1 型)、高危型(B2、B3 型)和胸腺癌(C 型)以描述其恶性程度,及时明确 TET 类型对临床诊疗具有重要意义^[1]。 ^{18}F -FDG PET/CT 原发灶代谢参数对评估 TET 恶性程度有一定价值^[2-6],而肿瘤原发灶标准摄取值(standard uptake value, SUV)与正常组织 SUV 比值用于判断肿瘤分期、预测肿瘤复发等更具优势^[7-8]。本研究观察以 ^{18}F -FDG PET/CT 原发灶代谢参数预测 TET 恶性程度的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2010 年 4 月—2023 年 7 月郑州大学第一附属医院 95 例经手术或穿刺活检病理确诊的单发 TET 患者,男 47 例、女 48 例,年龄 7~87 岁、平均(55.7 ± 14.6)岁;治疗前均接受 ^{18}F -FDG PET/CT 检查。排除合并其他恶性肿瘤或临床资料不齐者。本研究经院伦理委员会批准(2023-KY-0805);检查前患者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 以日本住友集团 HM-20 医用回旋加速器系统合成 ^{18}F -FDG,放射化学纯度 $>98\%$ 。嘱患者检查前禁食 ≥ 6 h,控制其空腹血糖 ≤ 11.1 mmol/L;注射 ^{18}F -FDG 3.70~5.55 MBq/kg 体质量并嘱患者安静休息约 60 min 后,采用 Siemens Biograph Truepoint 64 PET/CT 仪行全身扫描,范围自颅顶至大腿中上端;先行 CT(头部扫描层厚 3 mm,管电压 120 kV,管电流 380 mA;体部扫描参数为管电压 120 kV,管电流采用自动调整)、后行 PET 扫描(头部扫 1 个床位,每个床位 3 min;体部扫 4~6 个床位,每个床位 2.5 min)。扫描结束后采用 Siemens Syngo TrueD 软件进行图像融合。

1.3 图像分析 由 2 名具有 5 年以上工作经验的核

医学科主治医师独立阅片,于融合图像上以 MM Oncology 软件勾画原发病灶感兴趣体积(volume of interest, VOI),测量其最大 SUV(maximum SUV, SUV_{max})、峰值 SUV(peak SUV, SUV_{peak}),计算 SUV_{max} 与纵隔血池平均 SUV(mean SUV, SUV_{mean})比值,即靶区本底比值(target-to-background ratio, TBR);分别以 $SUV = 2.5$ 、 $40\% SUV_{max}$ 为阈值,利用 Multi-foci Segmentation 软件自动计算病灶糖酵解总量(total lesion glycolysis, TLG)及肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV),分别记为 $TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$ 及 $MTV_{2.5}$ 、 $MTV_{40\%}$ 。

1.4 病理分型及临床分期 参照 2015 WHO 分类标准,根据病理结果将 TET 分为低危型胸腺瘤、高危型胸腺瘤和胸腺癌;根据第 8 版 TNM 分期系统进行临床分期。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 26.0 统计分析软件。以中位数(上下四分位数)表示不符合正态分布的计量资料,以 Kruskal-Wallis H 检验行多组间总体比较,采用秩和检验行组间成对比较,并行 Holm-Bonferroni 校正。采用 Spearman 相关分析观察各代谢参数与不同类型及临床分期之间的相关性。针对两两比较差异有统计学意义的代谢参数绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),评估其预测不同类型 TET 的效能,并以 DeLong 检验加以比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

95 例中,低危型胸腺瘤 27 例(A、AB、B1 型分别为 5、20、2 例)、高危型胸腺瘤 15 例(B2、B3 型分别为 8、7 例)、胸腺癌 53 例;临床分期 I 期 28 例、II 期 8 例、III 期 12 例、IV 期 47 例。见图 1。

2.1 不同类型及临床分期 TET 代谢参数

不同类型 TET 之间, SUV_{max} 、 SUV_{peak} 、TBR、 $TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$ 及 $MTV_{2.5}$ 总体差异均有统计学意义(P 均 <0.05) 而 $MTV_{40\%}$ 总体差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表 1。

不同临床分期 TET 之间, SUV_{max} 、 SUV_{peak} 、TBR、 $TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$ 及 $MTV_{2.5}$ 总体差异均有统计学意义(P 均 <0.01) 而 $MTV_{40\%}$ 差异无统计学意义($P>0.05$)。详见表 2。

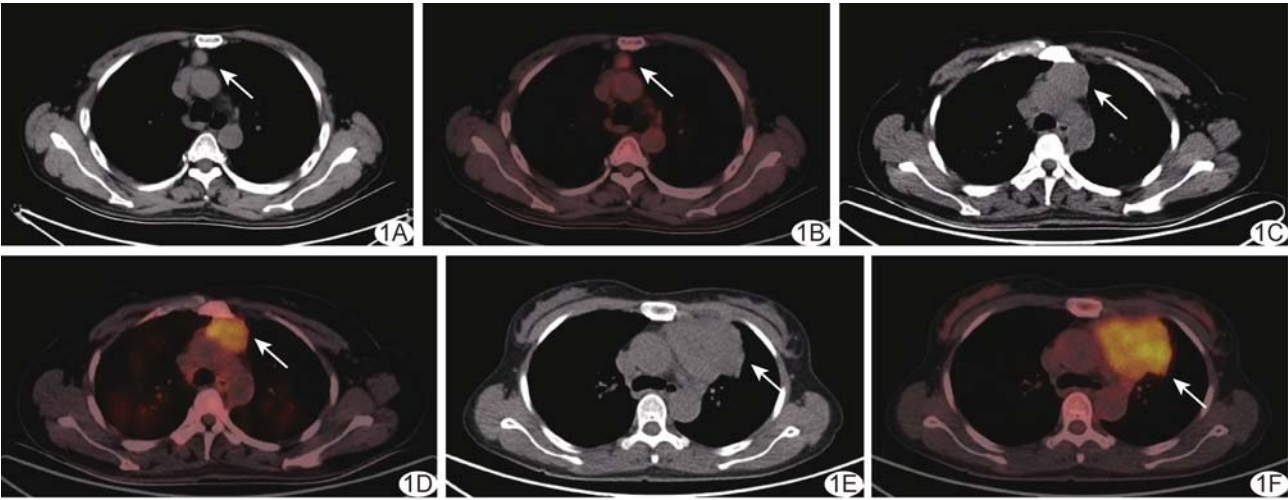


图 1 PET/CT 图示不同组织学类型 TET A、B. 低危型胸腺瘤患者(AB 型),男,67 岁,胸部轴位 CT 图(A)示左前纵隔 2.2 cm 软组织肿块(箭),胸部轴位 PET/CT 融合图(B)示 SUV_{max} 为 2.60, SUV_{peak} 为 2.00, $TLG_{2.5}$ 为 0.15, $TLG_{40\%}$ 为 4.54,TBR 为 1.91, $MTV_{2.5}$ 为 0.06, $MTV_{40\%}$ 为 2.78; C、D. 高危型胸腺瘤患者(B2 型),女,46 岁,胸部轴位 CT 图(C)示左前纵隔 4.2 cm 软组织肿块影(箭),胸部轴位 PET/CT 融合图(D)示 SUV_{max} 为 7.00, SUV_{peak} 为 6.11,TBR 为 5.19, $TLG_{2.5}$ 为 137.91, $TLG_{40\%}$ 为 129.65, $MTV_{2.5}$ 为 32.94, $MTV_{40\%}$ 为 29.81; E、F. 胸腺癌患者,女,41 岁,胸部轴位 CT 图(E)示左前纵隔 8.1 cm 软组织肿块影(箭),胸部轴位 PET/CT 融合图(F)示 SUV_{max} 为 11.40, SUV_{peak} 为 9.04,TBR 为 9.34, $TLG_{2.5}$ 为 671.74, $TLG_{40\%}$ 为 504.18, $MTV_{2.5}$ 为 128.89, $MTV_{40\%}$ 为 81.71

表 1 95 例不同组织学类型 TET 代谢参数比较

组织学类型	SUV_{max}	SUV_{peak}	TBR	$TLG_{2.5}$	$TLG_{40\%}$	$MTV_{2.5}$	$MTV_{40\%}$
低危型	3.70	3.02	2.53	2.53	15.52	63.32	29.46
(n=27)	(2.80,5.10)	(2.30,4.30)	(1.97,3.67)	(1.97,3.67)	(2.26,140.00)	(27.51,267.34)	(18.31,84.65)
高危型	6.60	5.63	5.63	4.93	160.00	111.60	30.05
(n=15)	(5.20,8.90)*	(4.06,7.10)*	(4.06,7.10)*	(3.77,6.31)*	(69.81,276.13)	(71.71,164.93)*	(23.34,37.12)
胸腺癌	10.50	8.05	8.05	7.63	284.84	214.05	25.63
(n=53)	(8.55,11.79)*#	(6.57,11.79)*#	(6.57,11.79)*#	(4.86,11.59)*	(123.17,596.31)*	(88.55,360.62)*	(15.52,51.48)
H 值	48.409	43.752	46.093	24.660	9.159	18.041	1.282
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.010	<0.001	0.527

注: *:与低危型比较 $P<0.05$; #:与高危型比较 $P<0.05$

表 2 95 例不同临床分期 TET 代谢参数

临床分期	SUV_{max}	SUV_{peak}	TBR	$TLG_{2.5}$	$TLG_{40\%}$	$MTV_{2.5}$	$MTV_{40\%}$
I 期	4.32	3.48	3.01	21.93	17.51	7.89	44.52
(n=28)	(2.95,8.48)	(2.35,6.51)	(2.05,5.16)	(3.35,168.14)	(12.42,53.83)	(1.43,27.13)	(29.22,185.33)
II 期	6.20	5.17	3.95	125.25	120.33	31.65	33.29
(n=8)	(5.18,9.90)	(3.99,8.42)	(3.39,6.32)	(43.50,530.72)	(54.87,373.63)	(12.33,112.39)	(15.55,94.13)
III 期	8.30	6.42	5.05	172.37	124.17	44.29	31.38
(n=12)	(5.63,10.83)	(4.38,7.56)	(3.81,8.40)	(75.22,303.69)*	(76.10,250.48)	(21.87,92.06)	(23.31,48.51)
IV 期	10.00	7.89	6.64	303.93	242.31	62.06	30.9
(n=47)	(5.50,14.90)*	(4.53,11.85)*	(4.40,11.46)*	(137.91,516.00)*	(109.72,366.36)*	(27.22,95.25)*	(21.50,62.55)
H 值	21.863	22.451	19.917	22.064	15.114	21.537	4.515
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.211

注: *:与 I 期比较 $P<0.05$

2.2 相关性分析 SUV_{max} ($r_s = 0.71, P < 0.01$)、 SUV_{peak} ($r_s = 0.68, P < 0.01$)、TBR ($r_s = 0.69, P < 0.01$)、 $TLG_{2.5}$ ($r_s = 0.50, P < 0.01$)、 $TLG_{40\%}$ ($r_s = 0.31, P < 0.05$)及 $MTV_{2.5}$ ($r_s = 0.41, P < 0.01$)均与 TET 组织学类型呈正相关,而 $MTV_{40\%}$ 与 TET 组织学类型无明显相关($P > 0.05$)。

SUV_{max} ($r_s = 0.48, P < 0.01$)、 SUV_{peak} ($r_s = 0.48, P < 0.01$)、TBR ($r_s = 0.45, P < 0.01$)、 $TLG_{2.5}$ ($r_s = 0.47, P < 0.01$)、 $TLG_{40\%}$ ($r_s = 0.39, P < 0.01$)及 $MTV_{2.5}$ ($r_s = 0.45, P < 0.01$)均与 TET 临床分期均呈正相关, $MTV_{40\%}$ 与 TET 临床分期无明显相关($P > 0.05$)。

2.3 ROC 曲线分析 根据 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测低危型与高危型胸腺瘤的 AUC 分别为 0.857、0.840 及 0.857,两两比较 AUC 差异均无统计学意义($Z = -0.448 \sim 0.707, P$ 均 > 0.05);以 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测高危型胸腺瘤与胸腺癌的 AUC 分别为 0.769、0.758 及 0.755,两两之间 AUC 差异均无统计学意义($Z = 0.103 \sim 0.563, P$ 均 > 0.05)。见表 3 及图 2。

3 讨论

TET 是最常见成人前纵隔肿瘤^[9]。¹⁸F-FDG PET/CT 原发灶 SUV_{max} 对鉴别胸腺瘤与胸腺癌及治疗前评估 TET 恶性程度具有一定价值,但也存在争议^[10-13]。

既往研究^[5,13]发现低危型胸腺瘤、高危型胸腺瘤及胸腺癌两两之间 SUV_{max} 差异均有统计学意义,也有学者^[2,14]认为低危型与高危型胸腺瘤 SUV_{max} 差异无统计学意义。本研究分析 95 例 TET,发现不同类型之间 SUV_{max} 差异均有统计学意义,与 KIM 等^[4]的结果不同,可能与纳入样本不同,以及患者个体差异、扫描设备及图像重建方法不同等相关。既往研究^[7]认为肿瘤 $SUV_{原发灶}/SUV_{正常组织}$ 较 SUV 更为稳定。本研究中,不同类型 TET 的 TBR 差异均有统计学意义,且 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 均与 TET 组织学类型呈正

表 3 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测不同组织学类型 TET 的效能

参数	低危型与高危型胸腺瘤				
	AUC(95%CI)	截断值	敏感度[% (例)]	特异度[% (例)]	P 值
SUV_{max}	0.857(0.746,0.968)	5.15	80.00(12/15)	77.78(21/27)	<0.001
SUV_{peak}	0.840(0.721,0.958)	3.91	86.67(13/15)	70.37(19/27)	<0.001
TBR	0.857(0.744,0.970)	3.72	80.00(12/15)	77.78(21/27)	<0.001

参数	高危型胸腺瘤与胸腺癌				
	AUC(95%CI)	截断值	敏感度[% (例)]	特异度[% (例)]	P 值
SUV_{max}	0.769(0.647,0.891)	9.00	67.92(36/53)	80.00(12/15)	0.002
SUV_{peak}	0.758(0.636,0.881)	6.26	81.13(43/53)	73.33(11/15)	0.002
TBR	0.755(0.638,0.871)	8.16	47.17(25/53)	100(15/15)	0.003

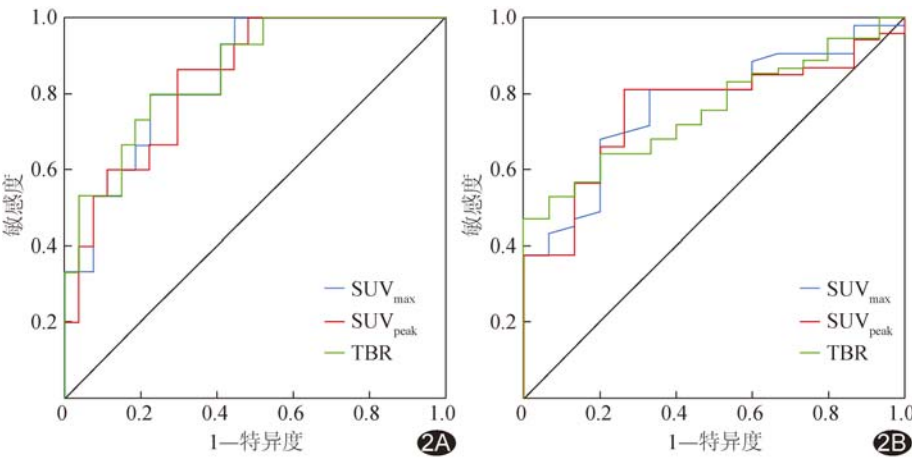


图 2 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测不同组织学类型 TET 的 ROC 曲线 A. 低危型与高危型胸腺瘤; B. 高危型胸腺瘤与胸腺癌

相关,提示其有利于区分 TET 组织学分类^[6],可用于预测 TET 恶性程度。第 8 版 TNM 分期系统可用于所有 TET,包括胸腺瘤和胸腺神经内分泌肿瘤^[15]。本研究基于该系统进行临床分期,发现 IV 期 TET 的 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 均高于 I 期,且原发灶 SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 均与临床分期相关。

HAN 等^[3]发现低危型与高危型胸腺瘤间 $TLG_{2.5}$ 及 $MTV_{2.5}$ 差异均有统计学意义。PARK 等^[5]报道低危型与高危型胸腺瘤间 $TLG_{2.5}$ 及 $MTV_{2.5}$ 差异无统计学意义。本研究发现 $TLG_{2.5}$ 、 $TLG_{40\%}$ 、 $MTV_{2.5}$ 与 TET 组织学类型或临床分期相关,而 $MTV_{40\%}$ 与之无明显相关。ROC 曲线显示, SUV_{max} 、 SUV_{peak} 及 TBR 预测低危型与高危型胸腺瘤的 AUC 分别为 0.857、0.840 及 0.857,预测高危型胸腺瘤与胸腺癌的 AUC 分别为 0.769、0.758 及 0.755,其诊断效能相当,表明¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数预测 TET 恶性程度的效能良好。

综上所述,¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数 SUV_{max} 、

SUV_{peak}、TBR 能有效预测 TET 恶性程度。但本研究为单中心回顾性分析,样本量有限,有待后续开展多中心研究进一步观察。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:蔺旭阳查阅文献、统计分析、撰写文章;王冉查阅文献、修改文章;韩星敏指导研究、审阅文章、经费支持。

[参考文献]

- [1] 张金华,张潜韬,张亮,等.基于增强 CT 影像组学鉴别胸腺瘤组织学分型[J].中国介入影像与治疗学,2022,19(5):304-309.
- [2] NAKAGAWA K, TAKAHASHI S, ENDO M, et al. Can ¹⁸F-FDG PET predict the grade of malignancy in thymic epithelial tumors? An evaluation of only resected tumors[J]. Cancer Manag Res, 2017,9:761-768.
- [3] HAN S, KIM Y I, OH J S, et al. Diagnostic and prognostic values of 2-[¹⁸F] FDG PET/CT in resectable thymic epithelial tumour[J]. Eur Radiol, 2022,32(2):1173-1183.
- [4] KIM J Y, KIM H O, KIM J S, et al. ¹⁸F-FDG PET/CT is useful for pretreatment assessment of the histopathologic type of thymic epithelial tumors [J]. Nucl Med Mol Imaging, 2010, 44 (3): 177-184.
- [5] PARK S Y, CHO A, BAE M K, et al. Value of ¹⁸F-FDG PET/CT for predicting the world health organization malignant grade of thymic epithelial tumors: Focused in volume-dependent parameters[J]. Clin Nucl Med, 2016,41(1):15-20.
- [6] 周青,周俊林.胸腺上皮性肿瘤分期及分型影像学研究进展[J].中国医学影像技术,2019,35(8):1256-1259.
- [7] 史云梅,牛荣,王跃涛,等.¹⁸F-FDG PET/CT 原发灶代谢参数对非小细胞肺癌隐匿性淋巴结转移的预测价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2021,41(6):327-333.
- [8] WU C, CUI Y, ZHAO Y, et al. Elevated tumor-to-liver standardized uptake value ratio (TLR) from preoperative ¹⁸F-FDG PET/CT predicts poor prognosis of patients with clear cell renal cell carcinoma after nephrectomy[J]. Eur J Radiol, 2020, 131:109218.
- [9] 刘宇,赵建华.CT 影像组学用于胸腺上皮性肿瘤进展[J].中国医学影像技术,2023,39(8):1261-1264.
- [10] 姜丽姣,陈春雨,关湘萍,等.¹⁸F-FDG PET/CT 在鉴别胸腺上皮性肿瘤组织学分型中的应用[J/CD].中华临床医师杂志(电子版), 2019,13(4):259-265.
- [11] LOCOCO F, CHIAPPETTA M, TRIUMBARI E K A, et al. Current roles of PET/CT in thymic epithelial tumours: Which evidences and which prospects? A pictorial review[J]. Cancers (Basel), 2021,13(23):6091.
- [12] TATEMATSU T, OKUDA K, SAITO Y, et al. The usefulness of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography as a preoperative diagnostic tool for thymic epithelial tumors[J]. Gland Surg, 2021,10(2):690-696.
- [13] ITO T, SUZUKI H, SAKAIRI Y, et al. ¹⁸F-FDG-PET/CT predicts grade of malignancy and invasive potential of thymic epithelial tumors [J]. Gen Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 69 (2):274-281.
- [14] FUKUMOTO K, TANIGUCHI T, ISHIKAWA Y, et al. The utility of [¹⁸F]-fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography in thymic epithelial tumours [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2012,42(6):e152-e156.
- [15] ACKMAN J B. Clinical TNM staging of thymic epithelial malignancies[J]. Mediastinum, 2019,3:5.