

桥本甲状腺炎 ^{18}F -FDG 代谢显像研究彭金¹, 周通¹, 祁烁², 李颖¹, 王红艳¹, 吴培琳¹, 丁治国²

(1. 北京中医药大学东直门医院, 北京 100700; 2. 北京中医药大学孙思邈医院甲状腺病院, 陕西 铜川 727031)

[摘要] 目的: 分析桥本甲状腺炎(Hashimoto's thyroiditis, HT) ^{18}F -FDG 代谢显像的影像特点, 研究甲状腺显影情况与甲状腺功能、甲状腺自身抗体(TPOAb、TGAb)滴度间的关系, 探讨 ^{18}F -FDG 代谢显像在 HT 诊疗中的应用价值。方法: 回顾性分析 2013 年 5 月—2023 年 3 月行 ^{18}F -FDG SPECT/CT 符合线路代谢显像的患者, 筛选 HT 患者。通过目测法和半定量分析法分析 HT ^{18}F -FDG 代谢显像的特点。目测法分级标准为甲状腺不显影、甲状腺显影低于肝脏、等于肝脏、高于肝脏、明显高于肝脏, 分别赋值为 0~4。半定量分析方法为计算甲状腺与肝脏区放射性摄取比值(T/L)。采用线性相关分析、独立样本 t 检验、秩和检验等统计学方法分析甲状腺显影情况与甲状腺功能、甲状腺自身抗体(TPOAb、TGAb)滴度间的相关性。结果: 共 24 例 HT 患者纳入本研究, 男 4 例, 女 20 例, 年龄(63.50±12.93)岁, 甲状腺功能减退 10 例, 甲状腺功能正常 11 例, 甲状腺功能亢进 3 例。24 例 HT 患者中 2 例合并甲状腺乳头状癌伴颈部多发淋巴结转移, 余 22 例 HT 患者中, 除 1 例表现为甲状腺一叶局灶性显影外, 其余 21 例均表现为甲状腺双叶弥漫显影。24 例 HT T/L 值与 TSH 水平呈弱正相关($r=0.411, P<0.05$)。甲状腺功能减退组 T/L 值高于甲状腺功能正常组, 差异有统计学意义($t=-3.535, P<0.05$)。根据 TPOAb、TGAb 滴度进行分层分析, TPOAb 滴度<300 kU/L、300~<600 kU/L、≥600 kU/L 三组 T/L 值依次为 1.13(1.02, 1.63)、1.40(1.10, 1.48)、3.01(2.86, 4.22), 三组间差异有统计学差异($H=9.788, P<0.05$), 两两组间比较, TPOAb 滴度≥600 kU/L 组 T/L 值高于 0~<300 kU/L 组(Bonferroni 校正后 $P<0.05$), 其余各组两两比较差异无统计学意义(Bonferroni 校正后 $P>0.05$)。TGAb 滴度<200 kU/L、200~<500 kU/L、≥500 kU/L 三组 T/L 值依次为 1.03(1.00, 1.08)、1.60(1.32, 2.97)、2.01(1.09, 2.91), 三组间差异有统计学差异($H=8.223, P<0.05$), 两两组间比较, TGAb 滴度<200 kU/L 组 T/L 值小于 200~<500 kU/L 组(Bonferroni 校正后 $P<0.05$), 其余各组两两比较差异无统计学意义(Bonferroni 校正后 $P>0.05$)。结论: ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺弥漫显影时需排除 HT 和甲状腺功能减退, ^{18}F -FDG 代谢显像在 HT 发病中晚期及 HT 合并甲状腺癌的诊疗中有一定的临床应用价值。

[关键词] 桥本病; 氟脱氧葡萄糖 F18; 放射性核素显像**[中图分类号]** R581.4; R817.4**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1008-1062(2024)11-0771-06

DOI:10.12117/jccmi.2024.11.003

The study of ^{18}F -FDG metabolic imaging in Hashimoto's thyroiditisZHANG Jin¹, ZHOU Tong¹, QI Shuo², LI Ying¹, WANG Hong-yan¹, WU Pei-lin¹, DING Zhi-guo²

(1. Dongzhimen Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China;

2. Thyropathy Hospital, SUN Si Miao Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Tongchuan Shaanxi 727031, China)

Abstract: Objective: To analyze the image characteristics of Hashimoto's thyroiditis (HT), study the correlation between thyroid images and thyroid function, thyroid autoantibodies (TPOAb, TGAb) titer. To explore the value of ^{18}F -FDG metabolism imaging in the management of HT. **Methods:** Patients underwent ^{18}F -FDG SPECT/CT metabolic imaging from May 2013 to March 2023 were retrospectively analyzed. The patients with HT were screened. The characteristics of thyroid imaging on ^{18}F -FDG metabolism imaging were analyzed by visual and semi-quantitative analysis. According to visual observation, the uptake of ^{18}F -FDG by the thyroid is divided into levels 0 to 4, namely non thyroid uptake, thyroid uptake below the liver, equal to the liver, higher than the liver, and significantly higher than the liver. The semi-quantitative analysis method was to calculate the ratio of thyroid to liver radioactivity uptake (T/L). The correlation between thyroid imaging and thyroid function were analyzed by Linear correlation analysis, t test, rank sum test and other statistical methods. **Results:** Twenty-four patients with HT were enrolled in this study, including 4 males and 20 females, aged (63.50±12.93) years, with 10 hypothyroidism, 11 euthyroidism and 3 hyperthyroidism. Two of the 24 patients were complicated with papillary thyroid carcinoma with multiple cervical lymph node metastasis, in the remaining 22 HT patients, except for 1 case with focal radioactivity accumulation in one lobe of the thyroid, the other 21 cases showed diffuse imaging in both lobes of the thyroid. There was a weak positive correlation between T/L and TSH level($r=0.411, P<0.05$). The T/L values in hypothyroidism group was higher than that in euthyroid

[收稿日期] 2024-02-01; **[修回日期]** 2024-03-13**[作者简介]** 彭金(1985-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 主治医师。E-mail: 8973840@163.com**[通信作者]** 丁治国, 北京中医药大学孙思邈医院甲状腺病院, 727031。E-mail: dingzhiguo_1@163.com**[基金项目]** 陕西省重点研发项目(S2023-ZDLSF-56); 北京中医药大学孙思邈研究院 2021 年度

中医药科研计划资助项目(SSMYJY-1-2021-02, SSMYJY-1-2021-05);

陕西省铜川市甲状腺病防治中心 2022 年度中医药科研专项项目(TJF-2022-04)。

group($t=-3.535$, $P<0.05$). Hierarchical analysis was performed according to TPOAb and TGAb titers, and T/L values had statistically significant difference in TPOAb titers among <300 kU/L, $300\sim 600$ kU/L, and ≥ 600 kU/L groups($H=9.788$, $P<0.05$). The T/L values in the TPOAb ≥ 600 kU/L group was higher than those in <300 kU/L groups (Bonferroni correction $P<0.05$). TGAb titer <200 kU/L, $200\sim 500$ kU/L and ≥ 500 kU/L had statistically significant differences in T/L values ($H=8.223$, $P<0.05$). The T/L values in TGAb <200 kU/L group was lower than those in $200\sim 500$ kU/L group (Bonferroni correction $P<0.05$). The T/L values in the other two groups of TPOAb and TGAb had no statistically significant difference (Bonferroni correction $P>0.05$).

Conclusion: HT and hypothyroidism should be excluded when diffuse thyroid uptake on ^{18}F -FDG metabolism imaging. ^{18}F -FDG metabolism imaging has certain clinical value in the management of the mid-advanced stage HT and HT complicated with thyroid cancer.

Key words: Hashimoto Disease; Fluorodeoxyglucose F18; Radionuclide Imaging

桥本甲状腺炎 (Hashimoto's thyroiditis, HT) 又称慢性淋巴细胞性甲状腺炎, 是常见的自身免疫性疾病, 是成人甲状腺功能减退症最常见的病因^[1]。HT 高发年龄 30~50 岁, 全球范围内成人 HT 患病率约 7.5%, 女性发病率高于男性^[2-3]。该病以甲状腺弥漫性肿大、质地坚韧、表面结节状改变, 伴甲状腺自身抗体升高为主要临床特征, 淋巴细胞浸润甲状腺为其主要病理特征。超声检查多表现为甲状腺实质回声增粗不均匀, 甲状腺呈弥漫性病变。

^{18}F -FDG 代谢显像是最为成熟的核医学分子影像检查技术, 检查设备可为符合线路 SPECT/CT、PET/CT, 广泛应用于肿瘤、脑及心血管系统等疾病的临床及科研工作中^[4]。 ^{18}F -FDG 为葡萄糖分子的类似物, 静脉注射进入人体后细胞对 ^{18}F -FDG 的摄取量与其葡萄糖代谢率成正比。 ^{18}F -FDG 代谢显像时正常的甲状腺组织无明显显影^[5], 原因为甲状腺滤泡上皮细胞首选游离脂肪酸作为代谢底物^[6]。

既往关于 HT ^{18}F -FDG 代谢显像的文献报道较少, 本研究采用回顾性分析方法, 分析 HT ^{18}F -FDG SPECT/CT 符合线路代谢显像的影像特点。通过研究甲状腺显影情况与甲状腺功能、甲状腺自身抗体滴度间的相关性, 从分子影像角度可视化、定量地探索 ^{18}F -FDG 代谢显像在 HT 病情评价中的价值, 同时探索 ^{18}F -FDG 代谢显像在 HT 合并甲状腺癌诊疗中应用价值, 为进一步前瞻性研究 ^{18}F -FDG PET/CT 在 HT 诊疗中的应用奠定基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2013 年 5 月—2023 年 3 月我院核医学科行 ^{18}F -FDG SPECT/CT 符合线路代谢显像的 HT 患者 24 例。本研究纳入标准: ①临床诊断为 HT 者。根据 1975 年 Fisher 提出的 HT 5 项指标诊断方案和 2008 年中华医学会内分泌学会颁布的《中国甲状腺疾病诊治指南——慢性淋巴细胞性甲状腺炎诊治指南》内容^[2,7], 同时符合以下 2 项指标, 临床诊断

为 HT: ①甲状腺弥漫性肿大或超声表现为甲状腺弥漫性病变; ②甲状腺球蛋白抗体 (TgAb) 和/或甲状腺过氧化物酶抗体 (TPOAb) 阳性。②行 ^{18}F -FDG 代谢显像前后 1 周内行甲状腺激素及甲状腺自身抗体检测。排除标准: ①HT 合并促甲状腺激素受体抗体 (TRAb) 阳性者; ②HT 合并恶性肿瘤化疗或靶向治疗者。本研究通过北京中医药大学东直门医院伦理委员会审批 (伦理批号: 2023DZMEC-520-01)。

1.2 研究方法

从核医学科影像工作站中筛选 ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影患者, 进一步通过电子病历系统收集甲状腺显影患者的基本资料、临床病史、甲状腺激素及甲状腺自身抗体、甲状腺超声检查结果等, 筛选符合本研究纳入及排除标准的 HT 患者。

^{18}F -FDG 代谢显像方法: 设备为 GE Infinia VC Hawkeye 4 双探头带符合线路 SPECT/CT, 显像前患者禁食 6~8 h, 注射药物 ^{18}F -FDG 前安静休息 15 min, 测血糖 ≤ 10 mmol/L, 静脉注射 ^{18}F -FDG 185~370 Mbq, 安静休息 40 min 后行 SPECT/CT 符合线路显像。患者仰卧位, 常规采集 2 个床位 (包括颈、胸、腹、盆及双侧腹股沟区), SPECT 发射显像能峰 511 keV, 窗宽 $\pm 10\%$, 矩阵 128×128 ; CT 投射成像, 球管电压 140 kV, 球管电流 2.5 mA, 经同机 CT 校正, 用有序子集最大期望 (OSEM) 迭代法重建获得横断面、矢状面和冠状面图像。 ^{18}F -FDG 由北京原子高科股份有限公司提供, 放化纯度 $\geq 95\%$ 。

图像分析方法: 以目测法和半定量分析法分析甲状腺显影情况。目测法分级标准为甲状腺不显影、甲状腺显影低于肝脏、等于肝脏、高于肝脏、明显高于肝脏, 分别赋值为 0~4; 半定量分析方法为在甲状腺放射性摄取最高处和肝脏区勾画相同大小的感兴趣区 (ROI), 计算甲状腺与肝脏区放射性摄取比值 (T/L)。

甲状腺功能及甲状腺自身抗体检测方法: 游离三碘甲状腺原氨酸 (FT3)、游离甲状腺素 (FT4)、促甲状腺素 (TSH) 检测使用美国贝克曼库尔特有限公

司的全自动微粒子化学发光分析仪 Unicel DXI 800 及配套试剂盒。TgAb、TPOAb、TRAb 检测使用瑞士 Roche 公司的全自动电化学发光免疫分析仪 cobas e411 及配套试剂盒。FT3、FT4、TSH、TGAb、TPOAb、TRAb 的生物参考区间分别为 3.30~6.48 pmol/L、7.59~16.09 pmol/L、0.49~4.91 mU/L、0~115.0 kU/L、0~34.0 kU/L、0~1.75 U/L。TGAb、TPOAb 的最大检测上限分别为 600 kU/L 和 4 000 kU/L，TGAb 的最小检测下限为 10 kU/L。

1.5 统计学分析

采用 IBM SPSS 29.0 软件进行统计学分析。计量资料正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验, $P>0.05$ 提示数据符合正态分布。正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示, 两组数据比较采用独立样本 t 检验。非正态分布的计量资料用四分位间距 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 三组数据比较采用 Kruskal-Wallis H 检验、组间两两比较采用 Bonferroni 校正法, 两变量线性相关性分析采用 Spearman 法。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

24 例 HT 患者中男 4 例, 女 20 例, 年龄 (63.50 ± 12.93) 岁。甲状腺功能减退 10 例(含亚临床甲状腺功能减退 4 例), 甲状腺功能正常 11 例, 甲状腺功能亢进 3 例(含亚临床甲状腺功能亢进 1 例)。全部患者 T/L: 1.38 (1.06, 2.73), TSH: 3.25 (1.56, 6.55) mU/L。TPOAb 滴度情况为 4 例 TPOAb ≥ 600 kU/L, 余 20 例 TPOAb 滴度: (236.56 ± 137.44) kU/L。TGAb 滴度情况为 1 例 TGAb 值缺失, 2 例 TGAb < 10 kU/L, 3 例 TGAb $> 4 000$ kU/L, 余 18 例 TGAb 滴度: (464.79 ± 394.33) kU/L。

HT ^{18}F -FDG 代谢显像表现: 24 例研究对象中, 甲状腺(左叶/右叶)显影 0~4 级依次占比为 0/8.3%、

20.8%/37.5%、37.5%/16.7%、20.8%/20.8%、20.8%/16.7%。甲状腺(双叶显影最高处)显影 0~4 级依次占比为 0、8.3%、37.5%、33.3%、20.8%。2 例 HT 合并甲状腺癌, 其中 1 例 ^{18}F -FDG 代谢显像表现为甲状腺左叶肿大伴弥漫显影, 右叶未见显影, 左颈部多发代谢增高淋巴结影(图 1), 病理证实为甲状腺左叶乳头状癌伴左颈部多发淋巴结转移; 另 1 例 HT 合并甲状腺癌 ^{18}F -FDG 代谢显像表现为双侧甲状腺轻度弥漫显影, 甲状腺右叶显影程度高于左叶, 右颈部多发代谢增高淋巴结影(图 2), 病理证实为甲状腺右叶乳头状癌伴右颈部多发淋巴结转移。未合并甲状腺癌的 22 例 HT 患者中, 除 1 例 ^{18}F -FDG 代谢显像表现为甲状腺一叶局灶性显影外, 其余 21 例均表现为甲状腺双叶弥漫显影(图 3, 4)。

HT ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影程度与 TSH 间的相关性分析: 两变量 Spearman 相关性分析提示 T/L 值与 TSH 水平呈弱正相关($r=0.411, P<0.05$)。

甲状腺功能减退组(10 例)与甲状腺功能正常组(11 例) ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影情况比较: 甲状腺功能减退组 T/L 值高于甲状腺功能正常组(两组平均值分别为 $2.50\pm 1.13, 1.21\pm 0.27$), 差异有统计学意义($t=-3.535, P<0.05$)。

根据 TPOAb 滴度进行分层分析: TPOAb 滴度 < 300 kU/L、 $300\sim < 600$ kU/L、 ≥ 600 kU/L 三组人数依次为 12 例、8 例、4 例, 三组 T/L 值依次为 1.13 (1.02, 1.63)、1.40 (1.10, 1.48)、3.01 (2.86, 4.22), 三组间差异有统计学差异($H=9.788, P<0.05$)。组间两两比较, TPOAb 滴度 > 600 kU/L 组 T/L 值高于 < 300 kU/L 组 (Bonferroni 校正法调整后 $P=0.005$), TPOAb 滴度 ≥ 600 kU/L 组与 $300\sim < 600$ kU/L 组、 < 300 kU/L 组与 $300\sim < 600$ kU/L 组 T/L 值差异均无统计学意义 (Bonferroni 校正法调整后 P 值分别为 0.058、1.000)。

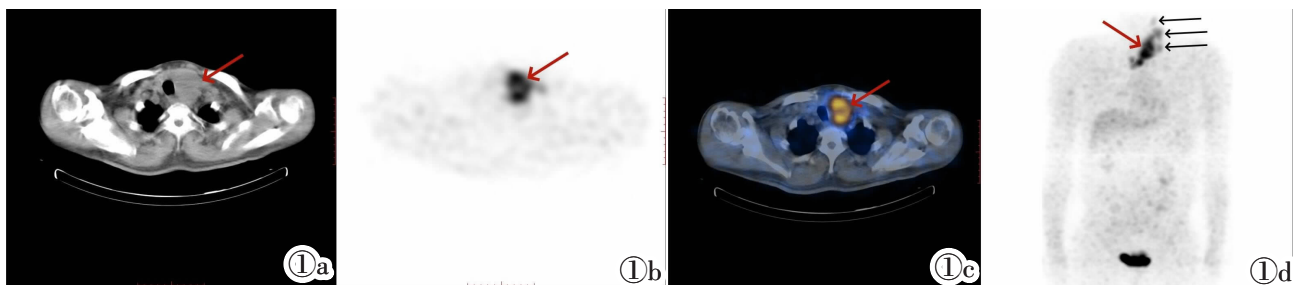


图 1 HT 伴甲状腺乳头状癌 ^{18}F -FDG 代谢显像表现。男, 63 岁, 甲状腺左叶乳头状癌伴左颈部多发淋巴结转移。图 1a: CT 图, 甲状腺左叶肿大(红色箭头); 图 1b: SPECT 图, 甲状腺左叶代谢增高(红色箭头), 右叶未见显影; 图 1c: SPECT/CT 融合图, 甲状腺左叶肿大伴代谢增高(红色箭头); 图 1d: MIP 图, 甲状腺左叶弥漫显影(红色箭头)伴左颈部多发淋巴结显影(黑色箭头)。

Figure 1. ^{18}F -FDG metabolic imaging of Hashimoto's thyroiditis complicated with papillary thyroid carcinoma. Male, 63 years old, left papillary thyroid carcinoma with multiple lymph node metastases in left neck. Figure 1a: CT shows the swollen of left thyroid (red arrow). Figure 1b: SPECT shows the high metabolic of left thyroid (red arrow). Figure 1c: SPECT/CT shows the swollen of left thyroid gland with high metabolic (red arrow). Figure 1d: MIP shows diffuse thyroid imaging on the left thyroid (red arrow) with multiple lymph nodes on the left neck (black arrow).

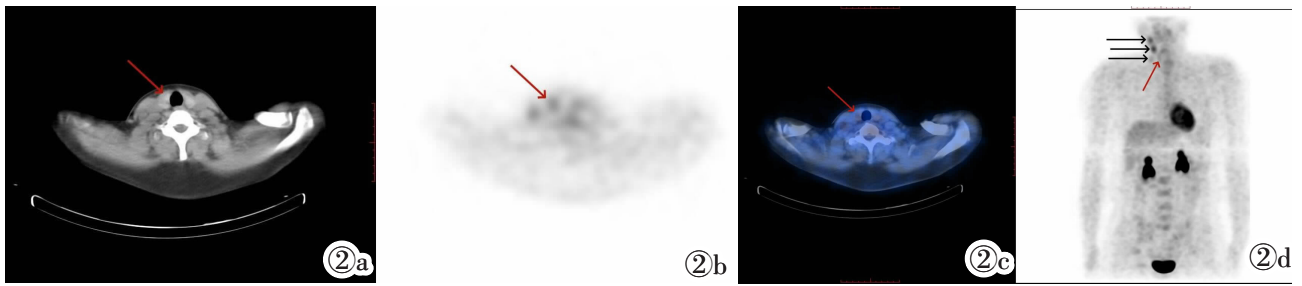


图 2 HT 伴甲状腺乳头状癌 ¹⁸F-FDG 代谢显像表现。女,28 岁,右侧甲状腺乳头状癌伴右颈部多发淋巴结转移。图 2a:CT 图,甲状腺右叶轻度肿大(红色箭头);图 2b:SPECT 图,甲状腺右叶代谢程度高于左叶(红色箭头);图 2c:SPECT/CT 融合图,甲状腺右叶轻度肿大伴代谢轻度增高;图 2d:MIP 图,甲状腺右叶轻度弥漫显影(红色箭头)伴右颈部多发淋巴结显影(黑色箭头)。

Figure 2. ¹⁸F-FDG metabolic imaging of Hashimoto's thyroiditis complicated with papillary thyroid carcinoma. Female, 28 years old, right papillary thyroid carcinoma with multiple lymph node metastases in the right neck. Figure 2a: CT shows the mild swollen of right thyroid gland (red arrow). Figure 2b: SPECT shows that the metabolism of the right thyroid is slight increase (red arrow). Figure 2c: SPECT/CT shows mild swollen of right lobe thyroid gland with slight increasing metabolic (red arrow). Figure 2d: MIP shows mild diffuse imaging of the right thyroid gland(red arrow) with multiple lymph nodes on the right neck(black arrow).

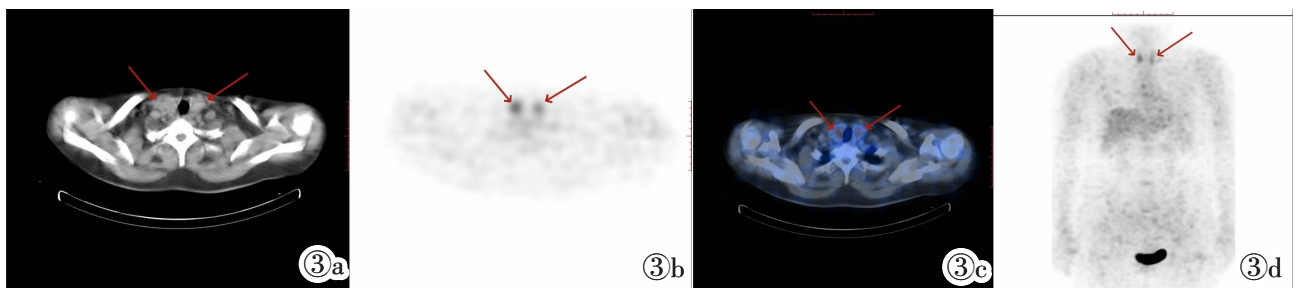


图 3 HT ¹⁸F-FDG 代谢显像表现。女,56 岁。双侧甲状腺弥漫显影(红色箭头),目测法左侧显影程度等于肝脏(2 级),右侧显影程度高于肝脏(3 级)。图 3a~3d 依次为 CT 图、SPECT 图、SPECT/CT 融合图、MIP 图。

Figure 3. ¹⁸F-FDG metabolic imaging of Hashimoto's thyroiditis. Female, 56 years old. Bilateral thyroid shows diffuse uptake(red arrow). The imaging of left thyroid uptake is equal to liver(grade 2) and the right thyroid uptake is higher than liver(grade 3). Figure 3a~3d respectively show the imaging of CT, SPECT, SPECT/CT, MIP.

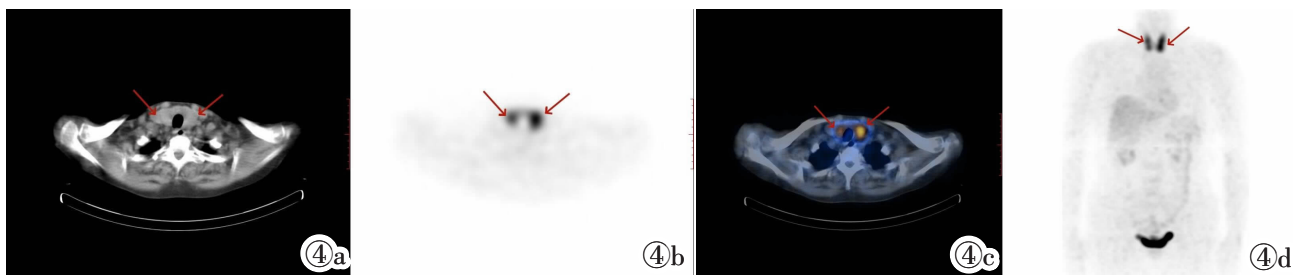


图 4 HT ¹⁸F-FDG 代谢显像表现。女,52 岁。双侧甲状腺弥漫显影(红色箭头),目测法双侧甲状腺显影程度均明显高于肝脏(4 级)。图 4a~4d 依次为 CT 图、SPECT 图、SPECT/CT 融合图、MIP 图。

Figure 4. ¹⁸F-FDG metabolic imaging of Hashimoto's thyroiditis. Female, 52 years old. Bilateral thyroid shows diffuse uptake(red arrow). The bilateral thyroid uptake are obviously higher than liver (grade 4). Figure 4a~4d respectively show the imaging of CT, SPECT, SPECT/CT, MIP.

根据 TGA b 滴度进行分层分析: 排除 1 例 TGA b 值缺失的患者, 剩余 23 例 HT 患者, TGA b 滴度 <200 kU/L、200~<500 kU/L、≥500 kU/L 三组人数依次为 7 例、8 例、8 例, 三组 T/L 值依次为 1.03 (1.00, 1.08)、1.60 (1.32, 2.97)、2.01 (1.09, 2.91), 三组间差异有统计学差异 ($H=8.223, P<0.05$)。组间两两比较, TGA b 滴度 <200 kU/L 组 T/L 值小于 200~<500 kU/L 组 (Bonferroni 校正法调整后 $P=0.015$), <200 kU/L 组与 ≥500 kU/L 组、200~<500 kU/L 组与 ≥500 kU/L 组 T/L 值差异均无统计学意义 (Bonferroni 校正法调

整后 P 值分别为 0.140、1.000)。

3 讨论

HT 的确诊需要依靠病理学检查发现甲状腺组织中有大量淋巴细胞浸润, 但临床工作中, HT 的临床诊断主要通过外周血甲状腺自身抗体 (TPOAb、TGA b) 检测、甲状腺触诊及超声检查等。既往研究指出 HT 行 ¹⁸F-FDG PET/CT 检查多表现为甲状腺弥漫显影^[8-9], 甲状腺对 ¹⁸F-FDG 摄取量与甲状腺组织中淋巴细胞浸润程度有关^[10]。¹⁸F-FDG 代谢显像能否

成为 HT 病情评价的无创性、可视化辅助诊断方法,是本研究探究的主要目的。

既往关于 HT ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影程度与甲状腺功能、甲状腺自身抗体(TPOAb、TGAb)滴度间关系的研究报道很少见,Edo 等^[11]通过回顾性分析 18 例行 ^{18}F -FDG PET/CT 检查的 HT 患者,发现甲状腺显影程度与 TPOAb、TGAb 滴度呈正相关,但与甲状腺功能状态无关。本研究创新性地发现 HT ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影程度与 TSH 水平呈弱正相关,且甲状腺功能减退组甲状腺显影程度高于甲状腺功能正常组,分析原因可能为甲状腺功能减退或高 TSH 时,TSH 刺激甲状腺滤泡细胞表面葡萄糖转移体 1(GLU-1)表达增加^[12],甲状腺滤泡细胞摄取更多的 ^{18}F -FDG,导致甲状腺显影更明显。

本研究中部分 HT 患者 TPOAb ≥ 600 kU/L、TGAb < 10 kU/L 或 $> 4\ 000$ kU/L,因此在分析 HT ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影情况与甲状腺自身抗体滴度间关系时,采用分层分析的方法,TPOAb ≥ 600 kU/L 组 T/L 值明显高于 $300 \sim < 600$ kU/L 组,TPOAb ≥ 600 kU/L 组与 < 300 kU/L 组间 T/L 值虽未达统计学差异(P 值为 0.058),但已可观察到 T/L 值在 ≥ 600 kU/L 组更高的趋势,说明 HT 伴 TPOAb 滴度显著增高(≥ 600 kU/L 组)时, ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影程度更高。TPOAb 滴度与淋巴细胞的浸润程度密切相关^[13],HT 患者甲状腺组织中浸润大量淋巴细胞,由 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞介导的细胞免疫和体液免疫在 HT 发生发展中起着重要作用。HT 时 T 细胞亚群数量和功能发生改变(如 Treg 细胞和 CD_8^+ T 细胞),破坏机体免疫稳态,开启破坏甲状腺组织的级联反应;B 细胞分化为浆细胞后分泌 TPOAb 和 TGAb^[1]。TPOAb 能够诱导自然杀伤(NK)细胞的抗体依赖细胞毒作用和补体介导的细胞毒作用破坏甲状腺组织;TGAb 是针对甲状腺球蛋白(Tg)产生的特异性抗体,正常情况下,Tg 以胶原形式储存在甲状腺滤泡腔中,当 HT 甲状腺滤泡细胞破坏时,大量 Tg 暴露可诱发机体产生 TGAb,一般认为 TGAb 对甲状腺无直接损伤作用,但 TGAb 与 Tg 结合后激活 NK 细胞,攻击靶细胞导致甲状腺滤泡细胞破坏^[14]。HT 发病初期以 TGAb 介导的免疫反应为主,TPOAb 主要反映 HT 后期适应性免疫反应过程^[15-16],TPOAb 滴度可作为 HT 发生甲状腺功能减退的预测指标^[17]。本研究中在 TGAb 滴度较低(< 200 kU/L)时, ^{18}F -FDG 代谢显像甲状腺显影程度更低,而在甲状腺功能减退或 TPOAb 滴度显著增高(≥ 600 kU/L)时,甲状腺显影程度更高,提示 ^{18}F -FDG 代谢显像可能在 HT 发病中晚期,有更大的临

床应用价值。 ^{18}F -FDG 代谢显像可作为血清甲状腺自身抗体的补充,用于 HT 的病情评价。

临床工作中,对于 ^{18}F -FDG 代谢显像检查偶然发现的甲状腺弥漫显像患者,有必要行甲状腺激素、甲状腺自身抗体水平及超声等相关检查,排除 HT 和甲状腺功能减退可能性。既往有研究指出对于 ^{18}F -FDG 代谢显像检查发现甲状腺局灶性显影时,甲状腺恶性病变的概率会增加,而甲状腺弥漫显影提示良性病变可能性大^[18]。但 Kurata 等^[19]以 29 例行 ^{18}F -FDG PET/CT 显像表现为甲状腺弥漫显影的 HT 患者为研究对象,发现 3 例合并甲状腺乳头状癌,研究结果提示尽管 HT ^{18}F -FDG PET/CT 显像多表现为甲状腺弥漫显影,但仍要警惕 HT 合并甲状腺癌的风险^[19]。与非 HT 人群相比,HT 人群发生甲状腺癌概率明显提高^[20-21],HT 甲状腺组织中大量淋巴细胞浸润,长期慢性炎症刺激可能是 HT 罹患甲状腺癌风险增加的原因^[22]。本研究中 2 例 HT 合并甲状腺癌患者均出现颈部淋巴结多发转移,体现出了 ^{18}F -FDG 代谢显像在恶性肿瘤淋巴结转移和远处转移评价方面的优势,临床工作中对于 ^{18}F -FDG 代谢显像出现甲状腺弥漫显影伴颈部多发淋巴结显影时,应提高警惕,积极地进行进一步检查,排除甲状腺恶性病变的可能性。

本文的局限性及不足为本研究采用回顾性分析方法,从 ^{18}F -FDG 代谢显像偶然发现甲状腺显影患者中,筛选符合 HT 临床诊断的患者,最终纳入研究的样本量偏少,未分析甲状腺功能亢进组甲状腺显影情况与其它两组(甲状腺功能正常、甲状腺功能减退)间的差异。另外,本研究中 ^{18}F -FDG 代谢显像的检查设备为符合线路 SPECT/CT,图像分辨率和检查灵敏度不及 PET/CT。在此项研究基础上,笔者团队在今后的工作中将进行前瞻性研究,探讨 ^{18}F -FDG PET/CT 在 HT 临床诊疗中的应用价值。

[参考文献]

- [1]Ralli M, Angeletti D, Fiore M, et al. Hashimoto's thyroiditis: An update on pathogenic mechanisms, diagnostic protocols, therapeutic strategies, and potential malignant transformation [J]. *Autoimmun Rev*, 2020, 19(10): 102649.
- [2]中华医学会内分泌学分会《中国甲状腺疾病诊治指南》编写组. 中国甲状腺疾病诊治指南——甲状腺炎[J]. *中华内科杂志*, 2008, 47(9): 784-788.
- [3]Hu XJ, Chen YQ, Shen YT, et al. Global prevalence and epidemiological trends of Hashimoto's thyroiditis in adults: A systematic review and meta-analysis [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 1020709.
- [4]杜名,辛军. PET/CT 应用现状及进展[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(12): 898-901.

- [5] Nakamoto Y, Tatsumi M. Normal FDG distribution patterns in the head and neck: PET/CT evaluation [J]. *Radiology*, 2005, 234(3): 879–885.
- [6] Field J. Intermediary metabolism of the thyroid [M]. In: Astwood EB, Greep RO. *American Physiological Society Handbook of Physiology: Endocrinology –Section 7, Volume III, Thyroid*. Washington, DC: American Physiological Society, 1974: 146–159.
- [7] Fisher DA, Oddie TH, Johnson DE, et al. The diagnosis of Hashimoto's thyroiditis [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1975, 40(5): 795–801.
- [8] Karantanis D, Bogsrud TV, Wiseman GA, et al. Clinical significance of diffusely increased ¹⁸F–FDG uptake in the thyroid gland [J]. *J Nucl Med*, 2007, 48(6): 896–901.
- [9] 翟歌, 李彪, 张森, 等. 甲状腺 ¹⁸F–FDG 弥漫性摄取增高的临床意义 [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2009, 25(4): 418–419.
- [10] Yasuda S, Shohtsu A, Ide M, et al. Chronic thyroiditis: diffuse uptake of FDG at PET [J]. *Radiology*, 1998, 207(3): 775–778.
- [11] Edo N, Morita K, Sakamoto M, et al. Correlation between anti-thyroid peroxidase antibody levels and diffuse thyroid uptake of ¹⁸F–fluorodeoxyglucose in Hashimoto's thyroiditis: a retrospective study [J]. *Thyroid Res*, 2018, 16: 11.
- [12] Hosaka Y, Tawata M, Kurihara A, et al. The regulation of two distinct glucose transporter (GLUT1 and GLUT4) gene expressions in cultured rat thyroid cells by thyrotropin [J]. *Endocrinology*, 1992, 131(1): 159–165.
- [13] Yoshida H, Amino N, Yagawa K, et al. Association of serum antithyroid antibodies with lymphocytic infiltration of the thyroid gland: Studies of seventy autopsied cases [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 1978, 46(6): 859–862.
- [14] Orgiazzi J. Thyroid autoimmunity [J]. *Presse Med*, 2012, 41(12): e611–e625.
- [15] Rose NR. Autoimmune escalation: through the crystal ball [J]. *Clin Exp Immunol*, 2007, 147(1): 1–10.
- [16] Caturegli P, De Remigis A, Rose NR. Hashimoto thyroiditis: Clinical and diagnostic criteria [J]. *Autoimmun Rev*, 2014, 13(4–5): 391–397.
- [17] Walsh JP, Bremner AP, Feddema P, et al. Thyrotropin and thyroid antibodies as predictors of hypothyroidism: a 13-year, longitudinal study of a community-based cohort using current immunoassay techniques [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(3): 1095–1104.
- [18] 吴江, 朱虹, 王新刚, 等. ¹⁸F–FDG PET/CT 显像在甲状腺病变的应用: 与病理对比分析 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2013, 24(4): 242–246; 263.
- [19] Kurata S, Ishibashi M, Hiromatsu Y, et al. Diffuse and diffuse-plus-focal uptake in the thyroid gland identified by using FDG–PET: prevalence of thyroid cancer and Hashimoto's thyroiditis [J]. *Ann Nucl Med*, 2007, 21(6): 325–330.
- [20] Konturek A, Barczyński M, Wierchowski M, et al. Coexistence of papillary thyroid cancer with Hashimoto thyroiditis [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2013, 398(3): 389–394.
- [21] 孙康, 汪晓明, 王建国. 甲状腺乳头状癌合并桥本甲状腺炎的临床特点 [J]. *实用医学杂志*, 2023, 39(13): 1641–1646.
- [22] Xu JY, Ding K, Mu L, et al. Hashimoto's thyroiditis: A "Double-Edged Sword" in thyroid carcinoma [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 24(13): 801925.

(上接 770 页)

- [15] Li X, Li J, Li Y, et al. The role of preoperative ultrasound, contrast-enhanced ultrasound, and ^{99m}Tc–MIBI scanning with single-photon emission computed tomography/X-ray computed tomography localization in refractory secondary hyperparathyroidism [J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2020, 75(1): 35–46.
- [16] 赵朕龙, 魏莹, 曹晓静, 等. 超声造影评估继发性甲状旁腺功能亢进症结节功能 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2021, 18(10): 583–586.
- [17] Zhang X, Xu W, Huang T, et al. The value of clinical-ultrasonographic feature model to predict the severity of secondary hyperparathyroidism [J]. *Ren Fail*, 2022, 44(1): 146–154.
- [18] Petranovi OP, Giovanella L, Carrió GI, et al. The EANM practice guidelines for parathyroid imaging [J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 48(9): 2801–2822.
- [19] Ding Y, Zou Q, Jin Y, et al. Relationship between parathyroid oxyphil cell proportion and clinical characteristics of patients with chronic kidney disease [J]. *Int Urol Nephrol*, 2020, 52(1): 155–159.
- [20] 张莹莹, 韩娜, 武凤玉, 等. ^{99m}Tc–MIBI SPECT/CT 显像在原发性甲状旁腺功能亢进症术前诊断中的价值及影响因素 [J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2021, 41(6): 345–349.
- [21] Geysen A, Decallonne B, Vander PV, et al. Influence of medication and PTH levels on detection of parathyroid adenomas with dual isotope parathyroid scintigraphy [J]. *Am J Nucl Med Mol Imaging*, 2021, 11(3): 207–217.
- [22] Yu D, Zou L, Jin Y, et al. Semiquantitative assessment of ^{99m}Tc–MIBI uptake in parathyroids of secondary hyperparathyroidism patients with chronic renal failure [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 915279.
- [23] 李永亮, 于亚萍, 雒瑾, 等. ^{99m}Tc–MIBI SPECT/CT 显像结合 T/NT 半定量分析对原发甲状旁腺瘤术前定位的价值 [J]. *分子影像学杂志*, 2022, 45(2): 214–218.