

网络出版时间: 2021-11-25 8:36 网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20211124.1050.028.html>

精准定量 SPECT/CT 对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断

朱英杰¹ 徐慧琴¹ 吴涛¹ 叶雨生² 刘斌² 朱干¹ 焦凤¹

摘要 目的 分析 SPECT/CT 精准定量对甲状腺结节良恶性鉴别诊断的应用价值。方法 选取经超声确诊的 81 例甲状腺结节患者,所有患者行^{99m}TcO₄⁻显像及定量 SPECT/CT 检查,结果为“凉结节”及“冷结节”患者次日行^{99m}Tc-MIBI 显像及定量 SPECT/CT。勾画感兴趣区(ROI)获取甲状腺摄取率及结节的标准摄取值(SUV)。上述检查完成后行手术治疗并以术后病理结果为金标准比较良恶性结节各参数间的差异。绘制 ROC 曲线获取 SUV 值的诊断界值,与^{99m}TcO₄⁻及^{99m}Tc-MIBI 显像结果作比较,评价诊断效能。结果 81 例患者,术后病理结果显示甲状腺恶性结节 35 例,良性结节 46 例,良性组与恶性组甲状腺摄取率及结节的标准摄取值差异有统计学意义($P < 0.05$)。^{99m}TcO₄⁻结合^{99m}Tc-MIBI 显像诊断灵敏度、特异度、准确性分别为 41.6%、68.8%、56.8%。ROC 曲线结果显示^{99m}TcO₄⁻ SUV_{max} 及 SUV_{avg} 诊断界值、曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度、准确性分别为 0.808、43.83 g/ml、100.0%、51.1%、72.8% 及 0.808、30.08 g/ml、94.1%、57.4%、74.1%。^{99m}Tc-MIBI SUV_{max} 及 SUV_{avg} 的诊断界值、AUC、敏感度、特异度、准确性分别为 0.899、2.24 g/ml、79.4%、92.9%、85.4% 及 0.816、1.37 g/ml、88.2%、71.4%、82.2%。结论 精准定量 SPECT/CT 对甲状腺结节的良恶性诊断具有较高的准确性,^{99m}Tc-MIBI SUV_{max} 以 2.24 g/ml 作为诊断界值时的诊断效能最高。

关键词 定量 SPECT/CT; 甲状腺结节; 良恶性; 标准摄取值中图分类号 R 736.1; R 730.44

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2021)12-1991-05
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2021.12.027

甲状腺结节为内分泌系统常见的疾病,其临床发病率呈逐年上升趋势,其中恶性结节所占比例高达 15%,及早有效地对结节良恶性进行鉴别有利于患者治疗及预后。该研究从甲状腺摄取率及结节的标准摄取值水平,探讨 SPECT/CT 定量技术及相关参数对甲状腺结节的定性诊断价值。

1 材料与方法

1.1 病例资料 选取 2019 年 8 月—2020 年 6 月在安徽医科大学第一附属医院住院的 81 例甲状腺结节患者,其中男 23 例,女 58 例,年龄 21~83(47.3 ± 13.1)岁,纳入标准:① B 超确诊甲状腺结节;② 须在术前完成检查项目;③ 术后获得病理学诊断。

1.2 仪器与药物 精准定量 SPECT/CT 仪由德国 Siemens 公司 Symbia intenvo 提供,^{99m}TcO₄⁻由北京原子高科股份有限公司提供,MIBI 由江苏原子能研究院提供。

1.3 采集方法 ^{99m}TcO₄⁻静态显像:针孔准直器图像分辨率高,能更清晰地显示结节,但不能行断层显像,平孔准直器可以行断层显像,因此,静脉注射^{99m}TcO₄⁻111~185 MBq(3~5 mCi)后 30 min,分别用针孔准直器及低能高分辨率平行孔准直器进行采集,图像计数均为 200 k,矩阵均为 256 × 256,放大倍数分别为 1.0 和 3.2,之后行 SPECT/CT 断层融合显像,矩阵 256 × 256,放大倍数 1.0,10 s/帧,1 帧/6°,CT 扫描层厚 3 mm,管电压 130 kV,管电流 25 mA,由 2 位核医学科资深副主任医师对图像进行双盲读片,对显像结果进行诊断。选取诊断为“凉结节”及“冷结节”患者次日行^{99m}Tc-MIBI 双时相显像:静脉注射^{99m}Tc-MIBI 555~740 MBq(15~20 mCi)后 30 min 及 120 min 行早期及延迟静态显像,分别用针孔准直器及低能高分辨率平行孔准直器进行采集,采集时间均为 5 min,矩阵均为 256 × 256,放大倍数分别为 1.0 和 3.2,延迟显像结束后行 SPECT/CT 断层融合显像,矩阵 256 × 256,放大倍数 1.0,10 s/帧,1 帧/6°,CT 扫描层厚 3 mm,管电压 130 kV,管电流 25 mA。

1.4 摄取率与标准摄取值的定量分析 通过感兴趣区(region of interest, ROI)勾画软件分别勾画颈部甲状腺及本底区域、甲状腺结节病灶区域,测出摄取率与标准摄取值(standardized uptake value, SUV),计算公式如下:甲状腺摄取率 = (前位颈部计数 - 唾液腺计数) / (注射前计数 - 注射后计数) × 100, SUV_{max} = ROI 放射性最大活度 / [注射放射性活度 /

2021-09-12 接收

基金项目:国家自然科学基金(编号:81971643);江苏省分子核医学重点实验室(编号:KF201901)

作者单位:安徽医科大学第一附属医院¹核医学科、²血管甲状腺外科,合肥 230022

作者简介:朱英杰,男,硕士研究生;

徐慧琴,女,教授,主任医师,博士生导师,责任作者,E-mail: hfxuhuiqin@163.com

患者体质量 $[(g/ml)]$, $SUV_{avg} = ROI$ 放射性总活度 / [注射放射性活度 / 患者体质量 $[(g/ml)]$]^[1]。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 25.0 统计软件进行分析, 对所有计量资料进行正态性检验, 正态分布用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组比较用独立样本 t 检验, 分类资料比较用 χ^2 检验, 绘制受试工作者特征曲线 (ROC 曲线), 获得最佳诊断界值, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后病理结果 该研究 81 例甲状腺结节病理结果如下: 恶性结节 35 例 (男 11 例, 女 24 例), 均为乳头状癌; 良性结节 46 例 (男 12 例, 女 34 例), 其中结节性甲状腺肿 25 例, 甲状腺腺瘤 13 例, 甲状腺滤泡上皮增生性变 5 例, 慢性结节性淋巴细胞性甲状腺炎 3 例。

2.2 良恶性结节与各参数值比较 良性组与恶性组在性别、年龄、大小方面差异无统计学意义, 恶性组甲状腺摄得率及结节 $^{99m}TcO_4^-$ 标准摄取值低于良性组, 而结节 $^{99m}Tc-MIBI$ 标准摄取值高于良性组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) (表 1、2)。

表 1 甲状腺结节良恶性与基本参数值比较 [$n(\%)$, $\bar{x} \pm s$]

项目	良性组 ($n=46$)	恶性组 ($n=35$)	χ^2/t 值	P 值
大小 (cm)			0.002	0.967
≤1	17 (36.95)	14 (40.00)		
>1	29 (63.05)	21 (60.00)		
性别			0.115	0.734
男	12 (26.08)	11 (35.71)		
女	34 (73.92)	24 (64.29)		
年龄 (岁)	47.50 ± 12.09	45.88 ± 13.18	0.566	0.573
甲状腺摄得率 (%)	1.48 ± 0.66	1.21 ± 0.51	2.102	0.039
$^{99m}TcO_4^-$ SUVmax (g/ml)	49.23 ± 22.99	26.03 ± 11.14	5.960	<0.001
$^{99m}TcO_4^-$ SUVavg (g/ml)	35.36 ± 18.93	17.11 ± 7.87	5.884	<0.001

表 2 良恶性结节 $^{99m}Tc-MIBI$ 标准摄取值比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	良性组 ($n=27$)	恶性组 ($n=35$)	t 值	P 值
$^{99m}Tc-MIBI$ SUVmax (g/ml)	1.68 ± 0.37	2.50 ± 0.43	-7.786	<0.001
$^{99m}Tc-MIBI$ SUVavg (g/ml)	1.13 ± 0.36	1.67 ± 0.41	-5.307	<0.001

2.3 $^{99m}TcO_4^-$ 静态显像与 $^{99m}Tc-MIBI$ 显像 诊断标准: $^{99m}TcO_4^-$ 静态显像为“热”及“温”结节, “凉”及“冷”结节在 $^{99m}Tc-MIBI$ 延迟相未见浓聚者均判为阴性; $^{99m}TcO_4^-$ 静态显像为“凉”及“冷”结节且在 $^{99m}Tc-MIBI$ 延迟相浓聚者判为阳性。 $^{99m}TcO_4^-$ 结合 $^{99m}Tc-MIBI$ 显像诊断灵敏度为 42.8% (15/35), 特异度为 69.5% (32/46), 准确性为 58.0% (47/81) (表 3、4)。

表 3 $^{99m}TcO_4^-$ 静态显像与 $^{99m}Tc-MIBI$ 显像结果 (n)

$^{99m}TcO_4^-$ 静态显像	n	$^{99m}Tc-MIBI$ 双时相显像	
		阳性	阴性
凉结节	31	8	23
冷结节	31	21	10

表 4 $^{99m}TcO_4^-$ 结合 $^{99m}Tc-MIBI$ 显像与病理结果对比 (n)

$^{99m}TcO_4^-$ 结合 $^{99m}Tc-MIBI$ 显像结果	病理结果		合计
	恶性	良性	
阳性	15	14	29
阴性	20	32	52
合计	35	46	81

2.4 标准摄取值的 ROC 曲线 对 $^{99m}TcO_4^-$ SUVmax、SUVavg 及 $^{99m}Tc-MIBI$ SUVmax、SUVavg ROC 曲线分析, $^{99m}Tc-MIBI$ SUVmax 曲线下面积 (area under curve, AUC) 最大 (图 1、2, 表 5)。

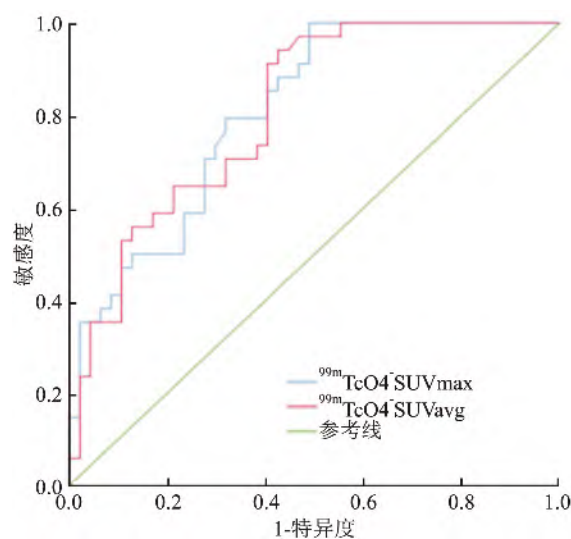


图 1 $^{99m}TcO_4^-$ 标准摄取值 ROC 曲线

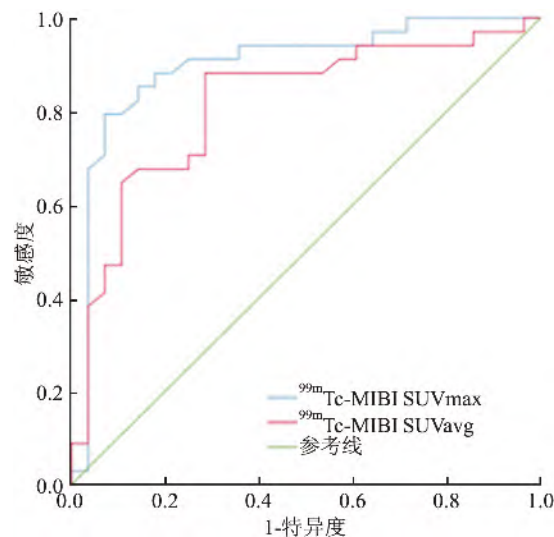


图 2 $^{99m}Tc-MIBI$ 标准摄取值 ROC 曲线

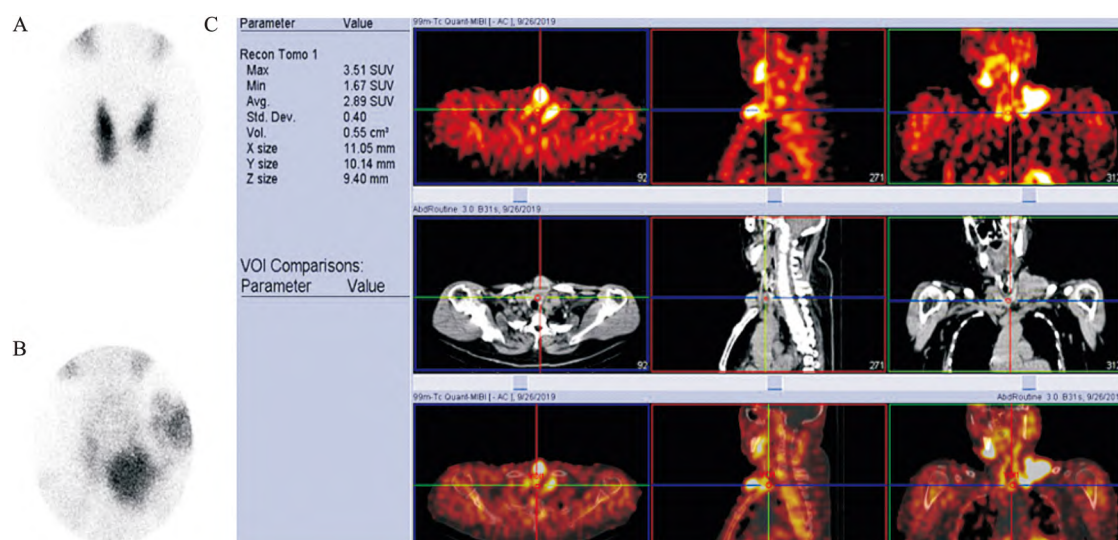


图3 83岁男性甲状腺左叶结节患者

A: $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 静态显像显示冷结节(无摄取); B: $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 双时相延迟相显示冷结节及颈部淋巴结转移处明显浓聚(高摄取); C: SPECT/CT 断层显像显示冷结节及颈部淋巴结转移处明显浓聚(高摄取)

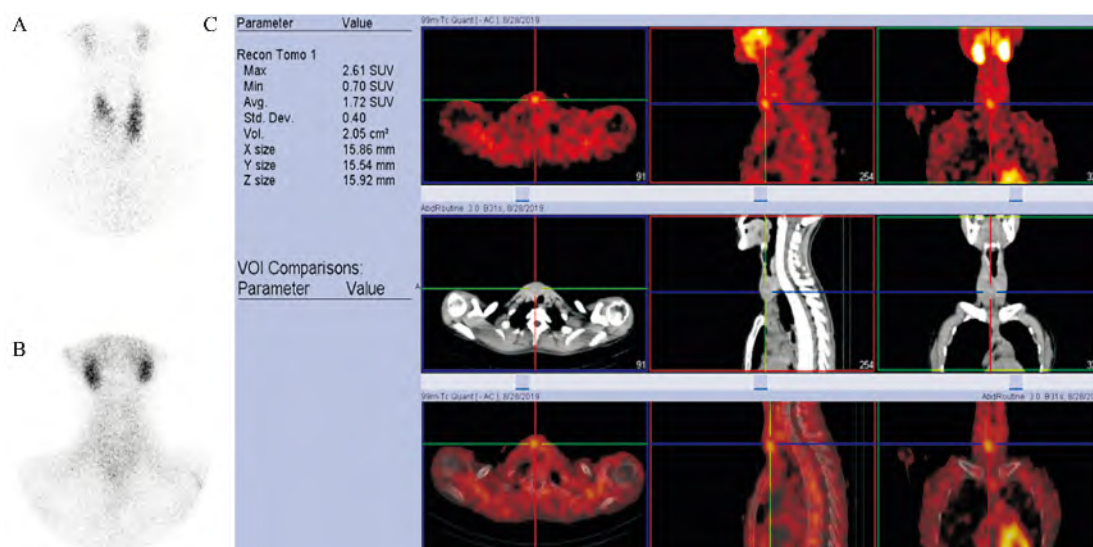


图4 21岁女性甲状腺右叶结节患者

A: 甲状腺静态显像显示冷结节(无摄取); B: MIBI 双时相延迟相显示冷结节未见明显浓聚; C: SPECT/CT 断层显像显示冷结节明显浓聚(高摄取)

表5 标准摄取值的 ROC 曲线

参数	灵敏度 (%)	特异度 (%)	AUC	界值 (g/ml)	95% CI
$^{99m}\text{TcO}_4^-$ SUV _{max}	100.0	51.1	0.808	43.83	0.716~0.899
$^{99m}\text{TcO}_4^-$ SUV _{avg}	94.1	57.4	0.808	30.08	0.716~0.900
$^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV _{max}	79.4	92.9	0.899	2.24	0.812~0.986
$^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV _{avg}	88.2	71.4	0.816	1.37	0.705~0.926

2.5 典型病例 甲状腺结节患者 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 、 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 显像及定量 SPECT 显像病例图见图3、4。

3 讨论

甲状腺结节影像学检查如超声、CT、MRI 等人

为主观差异性大,容易影响结果准确性,超声引导下细针穿刺检查(fine needle aspiration cytology, FNAC)适用于靠近颈部的浅表器官,对颈深部难以取材,且该检查为有创检查,对血流丰富的甲状腺组织有一定的危险性。随着核医学成像设备及图像重建算法的不断完善,SPECT/CT 定量技术有了质的飞跃,不仅能获取病灶的解剖结构,且通过 ROI 技术实现病灶精准分割以获取 SUV 值,对病灶功能代谢情况进行客观评估。目前定量 SPECT/CT 已广泛应用于弥漫性甲状腺肿、甲状腺炎、甲亢等甲状腺疾病的研究^[2-4]。

SUV 值是临床上常见的评价肿瘤代谢的参数,

通过客观数据表达肿瘤病理生理学信息。该研究显示良性结节 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ SUV 值明显高于恶性结节, $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV 值明显低于恶性结节。 MIBI 与 FDG 均为非特异性肿瘤显像剂,因此,甲状腺恶性结节对 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 摄取要多于良性结节,既往 PET/CT 研究也证实,恶性结节摄取 $^{18}\text{F-FDG}$ 更多^[5-6]。ROC 曲线结果显示 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV_{max} 的诊断效能最高,高于既往研究结果^[7-11]。可能原因:① 平面显像中 ROI 勾画不准确且易受到病灶前后方正常组织的影响;② 研究表明平面显像对 <1 cm 的结节不具备临床诊断价值^[8];③ 平面显像无法对多结节患者逐个分析。

$^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV_{max} 以 2.24 g/ml 为甲状腺结节良恶性的诊断界值深入分析,恶性结节低 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ SUV 值的原因可能包括:① MIBI 药物的排泄和细胞膜上 P 糖蛋白有关,P 糖蛋白含量多,会加快 MIBI 的排泄^[12-13];② 肿瘤内组织不均匀(钙化灶、液性暗区等)会造成 SUV 值偏低,导致假阴性数量增加;③ 部分学者^[14] 提出恶性结节对 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 的摄取与其分化程度有关,高分化肿瘤可出现低摄取现象。对较为复杂的病灶可结合各项 SUV 值及其 SPECT/CT 影像学特点进行综合分析,从而进一步提升对结节诊断的准确率。

综上所述,定量 SPECT/CT 对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断具有重要的临床价值,拓展了甲状腺疾病的应用范围,为甲状腺结节患者提供更有效、无创的检查手段,标准摄取值能提供结节功能及代谢的客观数据,为临床诊断提供定量参数,实现对恶性结节的早期定性及精确定位。

参考文献

- [1] 余丰文,冯彦林,黄克敏,等. (99m) Tc-MDP 骨显像腰椎标准摄取值与骨密度的相关性[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(7): 1070-4.
- [2] Lee R, So Y, Song Y S, et al. Evaluation of hot nodules of thyroid gland using Tc-99mpertechetate: a novel approach using quantita-

- tive single-photon emission computed tomography/computed tomography[J]. Nucl Med Mol Imaging 2018, 52(6): 468-72.
- [3] Dong F, Li L, Bian Y, et al. Standardized uptake value using thyroid quantitative SPECT/CT for the diagnosis and evaluation of graves, disease: a prospective multicenter study[J]. Biomed Res Int 2019, 2019: 7589853.
- [4] 万良荣, 黄干, 刘建军. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ SPECT/CT 定量显像在测定毒性弥漫性甲状腺肿患者 SUV 值和甲状腺体积中的应用[J]. 上海交通大学学报(医学版) 2020, 40(12): 1637-40.
- [5] 郑立春, 欧阳向柳, 张文军, 等. $^{18}\text{F-FDG}$ PET/CT 诊断甲状腺结节[J]. 中国医学影像技术, 2015, 31(8): 1178-81.
- [6] Zhai G, Zhang M, Xu H, et al. The role of ^{18}F -fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography whole body imaging in the evaluation of focal thyroid incidentaloma[J]. J Endocrinol Invest 2010, 33(3): 151-5.
- [7] 马春旭, 袁卫红, 赵艳花, 等. $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 显像联合超声鉴别诊断甲状腺结节良恶性的临床研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(4): 326-9.
- [8] 李楠, 毛夕保, 薛宁娟, 等. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 与 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 显像联合彩色多普勒超声评分法对甲状腺结节良恶性的诊断价值[J]. 中国癌症杂志, 2016, 26(5): 434-40.
- [9] 牛静, 刘海燕, 刘静, 等. 低剂量 SPECT/CT 对甲状腺良恶性结节鉴别的增益价值[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(S1): 16-9.
- [10] 钟凯翔, 张金山, 张语微, 等. $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 功能显像联合彩超检查对甲状腺结节性质的诊断评价—与病理结果的对照分析[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(1): 103-7.
- [11] 魏莉, 胡煜麟, 肖汉, 等. (99m) Tc-MIBI 亲肿瘤显像对甲状腺结节的诊断价值[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(8): 1030-4.
- [12] Park J W, Hong S P, Lee J H, et al. $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ uptake as a marker of mitochondrial membrane potential in cancer cells and effects of MDR1 and verapamil[J]. PLoS One 2020, 15(2): e0228848.
- [13] Zhu X C, Zhou K, Xu S Q, et al. Diagnostic value of semiquantitative analysis of ^{99m}Tc -Methoxyisobutylisonitrile ($^{99m}\text{Tc-MIBI}$) imaging in predicting early-stage cervical lymph node metastasis of thyroid carcinoma[J]. Med Sci Monit 2017, 23: 1552-8.
- [14] 于鹏, 王荣福, 高得. ^{99m}Tc 酸钠联合 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ 显像诊断多发性甲状腺结节伴甲状腺癌的价值[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(7): 1343-5.

Accurate quantitative SPECT/CT for differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules

Zhu Yingjie, Xu Huiqin, Wu Tao, et al

(Dept of Nuclear Medicine, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022)

Abstract Objective To analyze the value of accurate quantitative SPECT/CT in differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. **Methods** 81 patients with thyroid nodules diagnosed by ultrasound were selected.

网络出版时间: 2021-11-25 9:04 网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20211124.1050.027.html>

肾移植细胞毒交叉配型实验的临床分析及其意义

胡海亮¹ 李 宁¹ 许 伟¹ 刘淑均¹ 程 越¹ 廖贵益² 卞茂红¹ 钟 涛¹

摘要 目的 总结分析微量淋巴毒交叉配型实验结果,探讨供受者基本情况分布及其临床意义。方法 回顾性 344 例患者结果,分析供受者年龄、性别、血型分布以及供受者关系对微量淋巴细胞毒交叉配型实验结果的影响等。结果 受者方面:受者中男性数量多于女性;受者年龄主要分布在 21~50 岁,其中低风险组中 31~40 岁受者死淋巴细胞百分比(PDL)最低(3.85 ± 2.08);受者血型主要是 A 型和 O 型,供受者血型一致约占 85.17%。供者方面:72.67% 的供者是心脏死亡器官捐献(DCD),低风险组中 DCD 组受者 PDL 为(5.30 ± 2.24),高于活体亲属捐献(LDR)组受者 PDL,差异有统计学意义($P < 0.05$);在 LDR 组中,女性供者多于男性,年龄 >50 岁的供者最多,O 型供者最多,93.02% 的供者是父母亲。结论 虽然 DCD 例数多于 LDR,但是 LDR 受者 PDL 阳性率更低,且能够更快地提供肾源,有效解决肾衰竭患者

的病痛。

关键词 肾移植;细胞毒交叉配型实验;亲属活体捐赠;公民逝世捐赠;性别;年龄

中图分类号 R 392.4

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2021)12-1995-05

doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2021.12.028

慢性肾脏病是一个全球性的健康问题,中国成人的慢性肾脏病患病率约为 10%^[1],而肾移植手术逐渐成为肾脏终末期治疗的重要手段之一,肾源的匮乏是制约肾移植手术的主要因素,仅仅通过公民逝世捐赠远远不能满足临床移植需求。亲属活体捐赠可以很大程度上缓解肾源的匮乏,移植前的检测则显得至关重要,因为移植排斥是影响移植肾存活的重要因素之一^[2]。补体依赖的细胞毒交叉配型实验(complement dependent cytotoxic crossmatch, CDC)是可以预防急性排斥反应发生的实验之一^[3],故通过对供受者淋巴毒交叉配型实验结果进行分析,分析分布情况并总结临床意义。

2021-09-14 接收

基金项目:安徽省自然科学基金(编号:1508085SMH226)

作者单位:安徽医科大学第一附属医院¹ 输血科、² 泌尿外科,合肥 230022

作者简介:胡海亮,男,硕士,主管技师;

钟 涛,男,副主任技师,责任作者,E-mail: 55364229@

qq.com

All patients were examined by $^{99m}\text{TcO}_4^-$ imaging and quantitative SPECT/CT, cool and cold nodules were performed ^{99m}Tc -MIBI imaging and quantitative SPECT/CT on the next day. Region of interest(ROI) was used to obtain thyroid uptake rate and nodule's standard uptake value. The difference between the parameters of benign and malignant nodules was compared based on patient's postoperative pathology. The diagnostic thresholds of standardized uptake value(SUV) were obtained by drawing the ROC curves, and the diagnostic efficacy was evaluated by comparing with the results of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ and ^{99m}Tc -MIBI imaging. **Results** In 81 patients, postoperative pathology showed that 35 thyroid nodules were malignant and 46 thyroid nodules were benign. The difference of thyroid uptake rate and nodule's standard uptake value between benign and malignant groups was statistically significant($P < 0.05$). The diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ combined with ^{99m}Tc -MIBI imaging were 41.6%, 68.8%, 56.8% respectively. ROC curve results showed the diagnostic thresholds, area under curve(AUC), sensitivity, specificity, accuracy of $^{99m}\text{TcO}_4^-$ SUVmax and SUVavg were 43.83 g/ml, 0.808, 100%, 51.1%, 72.8% and 30.08 g/ml, 0.808, 94.1%, 57.4%, 74.1% respectively. The diagnostic thresholds, AUC, sensitivity, specificity, accuracy of ^{99m}Tc -MIBI SUVmax and SUVavg were 2.24 g/ml, 0.899, 79.4%, 92.9%, 85.4% and 1.37 g/ml, 0.816, 88.2%, 71.4%, 82.2% respectively. **Conclusion** Accurate quantitative SPECT/CT has high accuracy in diagnosis of benign and malignant thyroid nodules, and ^{99m}Tc -MIBI SUVmax has the highest diagnostic efficiency when the diagnostic threshold is 2.24 g/ml.

Key words quantitative SPECT/CT; thyroid nodules; benign and malignancy; standard uptake value