

·综述·

甲状腺结节影像学诊断研究进展

马春旭 袁卫红

【摘要】 甲状腺结节是临床较常见的疾病,其影像学检查种类较多,各有特点,主要包括超声检查、放射性核素显像、MRI、CT及PET/CT等。该文主要是对目前甲状腺结节的各种影像学诊断研究进展进行综述。对各种方法进行对比后发现,在诊断甲状腺结节时,超声已经成为首选检查,而同时运用其他影像学检查能为临床提供更为全面的信息。

【关键词】 甲状腺结节;超声检查;放射性核素显像;体层摄影术,X线计算机;磁共振成像

Advanced research on imaging diagnosis of thyroid nodule Ma Chunxu*, Yuan Weihong. *Department of Nuclear Medicine, Kunming General Hospital of Chengdu Military Region, Kunming 650032, China
Corresponding author: Yuan Weihong, Email: yuantianhe@163.com

【Abstract】 Thyroid nodules was a common clinical disease. There are many characteristic imaging techniques used for the detection and characterization of thyroid nodules, including ultrasound, radionuclide imaging, MRI, CT and PET/CT. This article reviewed advanced research of the imaging techniques which mentioned above. Comparing the performance of these imaging techniques, ultrasound has been the prefer imaging technique in the diagnosis of thyroid nodules. Meanwhile using other imaging examinations can provide more informations for clinic.

【Key words】 Thyroid nodule; Ultrasonography; Radionuclide imaging; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging

1 甲状腺结节的概念

甲状腺结节是指各种原因导致的甲状腺细胞在局部异常生长所引起的散在病变。体检未能触及、影像学检查偶然发现的结节称作“甲状腺意外结节”^[1]。甲状腺结节常无症状,多数是偶然发现或在体检时发现。触诊获得的甲状腺结节患病率为3%~7%。高分辨率B超检查获得的甲状腺结节的患病率为20%~76%^[2]。甲状腺结节分为良、恶性两大类。甲状腺结节绝大多数为良性,良性结节包括炎症性甲状腺结节、结节性甲状腺肿、术后残留甲状腺增生、甲状腺囊性病变和甲状腺腺瘤等。另一类为恶性病变,一般是指甲状腺癌。甲状腺癌分乳头状癌、滤泡状癌、未分化癌及髓样癌,临床以前两种多见,分别占70%和15%,乳头状癌和滤泡状癌也称分化性甲状腺癌,其恶性程度低、预后好^[3]。

甲状腺结节中甲状腺癌的患病率为5%~15%^[1]。临床上发现甲状腺结节并不难,难点在于结节良、恶性的鉴别以及是否需要手术切除。良性甲状腺结节多采取随访及内科治疗,而甲状腺癌则需外科手术。了解甲状腺结节的各种影像学检查的特点及研究进展,有助于利用影像来诊断甲状腺结节性质,鉴别甲状腺结节良恶性,可以为临床提供更为科学合理的诊治方案,同时减少不必要的外科手术和(或)细针穿刺抽吸活检。

2 甲状腺结节的影像学检查

甲状腺结节的检查方法包括实验室检查、影像学检查和细针穿刺抽吸活检。影像学检查技术作为无创性检查,在甲状腺疾病的诊断中发挥着重要的作用。常用的无创性影像学检查手段包括超声、放射性核素显像、CT、MRI以及PET/CT等。放射性核素显像包括SPECT和PET,它们是功能成像,可以反映甲状腺功能;PET/CT可同时了解功能代谢与解剖结构;超声检查可以准确检出触诊难以发现的甲状腺结节;CT、MRI可以清晰显示甲状腺病变与周围组织的毗邻关系。

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2014.01.010

作者单位: 650032 昆明、成都军区昆明总医院核医学科(马春旭); 650032, 昆明医科大学第二附属医院核医学科(袁卫红)

通信作者: 袁卫红(Email: yuantianhe@163.com)

2.1 超声检查

《甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南》^[4]中指出:所有甲状腺结节均应进行甲状腺超声检查。高分辨超声能够探及直径 2mm 的甲状腺结节,故对甲状腺结节的检出灵敏度较高,颈部超声可证实甲状腺结节是否真正存在,可确定甲状腺结节的大小、数量、位置、质地(实性或囊性)、形状、边界、包膜、钙化、血供和与周围组织的关系等情况,同时可评估颈部区域有无淋巴结、淋巴结的大小、形态和结构特点。另外,超声也有无创、方便、费用低、无放射性的优点。

2.1.1 常规超声

超声检查有助于鉴别诊断甲状腺结节的良恶性。一般良性结节形态规则,边界清晰,包膜完整,内部回声均匀,回声大多增高,液化时囊壁光滑,囊腔内未见乳头状结节,钙化多为团块状、条形或圆形。而以下超声征象提示甲状腺癌的可能性大:①实性低回声结节。②结节内血供丰富(促甲状腺激素正常情况下)。③结节形态和边缘不规则、晕圈缺如。④微小钙化、针尖样弥散分布或簇状分布的钙化,甲状腺癌性结节的微钙化特异性较高。Khoo 等^[5]报道,超声检查甲状腺结节内钙化的特异度为 91.33%,灵敏度为 43.06%。⑤同时伴有颈部淋巴结超声影像异常,如淋巴结呈圆形、边界不规则或模糊、内部回声不均、内部出现钙化、皮髓质分界不清、淋巴门消失或囊性变等。

2.1.2 弹性超声

自 Ophir 等^[6]于 1991 年首次提出弹性成像以来,超声弹性成像得到迅速发展。超声弹性成像能相对客观地度量甲状腺结节的硬度,从而为鉴别甲状腺结节良恶性提供新途径。弹性成像的原理是利用探头纵向压迫组织,采集压迫前、后的射频信号,检测施加外部压力所致组织变形和扭曲的程度来反映被检测组织的硬度。超声弹性成像技术包括应变弹性图和剪切波弹性成像。Merino 等^[7]研究认为,超声弹性成像技术可以帮助评价甲状腺结节,同时可以减少不必要的细针穿刺活检的次数。早期的弹性成像是利用组织的硬度及肿块在灰阶声像图与弹力图中的大小差异来区分肿瘤性质^[8],近年来发展的实时组织弹性成像则将受压前后回声信号移动幅度的变化转化为实时彩色图像,弹性系数小的组织受压后位移变化大,显示为红色;弹性系数大的组织受压后位移变化小,显示为蓝色;弹性系数

中等的组织显示为绿色,以色彩对不同组织的弹性编码,借其反映组织硬度^[9]。超声弹性成像技术正在从定性到定量发展,声触诊组织定量技术能量化分析特定组织的弹性,弥补了弹性技术只能定性或者半定量的缺陷。倪佳娜等^[10]研究显示,声触诊组织定量技术具有无创、简便及重复性高的特点,有助于甲状腺良恶性结节的鉴别。

目前临床上弹性超声对甲状腺结节的评估方法主要有评分法和应变率比值法两种。韩红霞等^[11]对 67 例患者 92 个甲状腺肿块进行超声弹性成像检查,计算肿块与周围正常组织的应变率比值,并分别采用 4 分评分法及 5 分评分法对肿块进行评价。以手术病理诊断为金标准,比较 3 种方法对肿块鉴别诊断的能力,结果显示:以 3 分为最佳截断点,4 分及 5 分评分法对甲状腺恶性肿瘤诊断的灵敏度、特异度和准确率分别为 78.0%、86.3%、82.6%和 80.5%、88.2%、84.8%;以应变率比值 3.57 为良、恶性肿瘤的最佳截断点,其灵敏度、特异度和准确率分别为 92.7%、92.2%、92.4%,均高于两种评分法。由此认为,与评分法比较,应变率比值能够提供半定量的应变信息,具有较高的临床应用价值。刘芳和肖莹^[12]对 64 例患者二维超声检出的 91 个甲状腺结节行超声弹性成像检查及应变率比值测量,并与病理结果进行对照后发现,在甲状腺结节良恶性鉴别方面,应变率比值接收者操作特征曲线下面积(0.892)大于弹性分级法(0.799),应变率比值准确率为 92.3%,高于弹性分级法的 74.7%。

2.1.3 三维超声成像及超声造影

三维超声成像及超声造影技术引起了广泛关注。张超学等^[13]对甲状腺腺瘤的血管行三维重建,发现肿瘤的周边与内部血管容积指数具有显著性差异,即瘤体周边血管丰富、粗大,瘤体内部可见相对较少、较细的血管。苏一巾等^[14]研究表明,二维超声诊断符合率为 88%,三维超声诊断符合率为 96%。由于三维成像的图像特别清晰,又能观察内部结构及血管分支,对甲状腺结节的良恶性诊断有很大帮助。超声造影在浅表器官中的应用尚未形成规范,特别是在甲状腺的应用上还处于探索阶段。其原理是将造影剂经静脉快速推注,获得感兴趣区内时间-强度曲线,评估组织器官灌注情况。袁惠等^[15]研究表明,不同甲状腺结节血流灌注状态与其血管数量、结构和分布有关,故增强模式及时间-强度

曲线表现也不一样。

2.1.4 超声内镜

虽然 CT 和 MRI 技术对于近食管、气管壁的甲状腺结节有辅助诊断意义,但 Hatta 等^[16]在研究中发现,超声内镜对甲状腺恶性结节侵犯范围及深度的诊断灵敏度和特异度(82.9%、82.7%)明显高于 CT 及 MRI(60.0%、65.4%和 58.8%、60.0%),尤其是对处于甲状腺下叶的结节的诊断具有明显优势。

2.2 放射性核素显像

放射性核素显像是通过静脉注射放射性核素标记的化合物(显像剂),这种显像剂能特异结合到某个脏器,利用机器在体外采集显像剂发射的射线,从而显示显像剂在脏器中分布代谢情况的一种显像方法。放射性核素显像主要用来了解脏器的功能及代谢情况,在甲状腺检查中的应用尤为广泛。

2.2.1 SPECT

用于甲状腺显像的显像剂有: $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 、 ^{123}I 、 ^{131}I 、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI、 ^{201}Tl 、 ^{67}Ga 、 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -二巯基丁二酸等。 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 的半衰期和能量适用于甲状腺显像,且其来源方便、价格便宜,可反映甲状腺摄取功能,是最常用的显像剂。

2.2.1.1 SPECT 静态显像

通常甲状腺结节在核素扫描中可以表现为热结节、温结节、凉结节和冷结节。由于 SPECT 分辨率有限,甲状腺核素显像适用于评估直径>1 cm 的甲状腺结节。在单个(或多个)结节伴有血清促甲状腺激素降低时,甲状腺 ^{131}I 或 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 核素显像可判断某个(或某些)结节是否有自主摄取功能(“热结节”)。“热结节”绝大部分为良性,一般不需细针穿刺抽吸活检^[1,17]。

甲状腺结节功能状态与结节良恶性密切相关,其功能越低,结节为恶性的几率越大。冷结节与凉结节本质相似,均提示结节部位摄取碘功能降低,仅程度不同。甲状腺癌、结节性甲状腺肿、桥本病、腺瘤出血、钙化、囊性变及囊肿均可表现为冷(凉)结节。因此甲状腺冷(凉)结节并非甲状腺癌的特殊表现^[9]。

2.2.1.2 SPECT 动态显像

SPECT 动态显像又称甲状腺血流显像,一般用于对静态显像出现的冷结节行鉴别诊断,如冷结节局部灌注高于颈动脉则甲状腺癌的可能性大,如冷结节局部无血流灌注或血流灌注减低则以囊性肿块为代表的良性甲状腺肿可能性大。其诊断的特异

度、灵敏度和准确率均在 90%以上^[18]。

2.2.1.3 SPECT 亲肿瘤显像

SPECT 亲肿瘤显像可分为特异性显像和非特异性显像。非特异性显像常用显像剂为 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI、 ^{201}Tl 、 ^{67}Ga 等。亲肿瘤显像剂能被肿瘤细胞摄取,常规甲状腺动态显像发现的冷结节在早期显像或延迟显像“被填充”,为甲状腺癌的诊断提供更多依据。亲肿瘤显像对鉴别甲状腺结节良恶性的临床意义究竟有多大,目前国内外文献报道中存在争议^[19-23]。以 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 为例, Kresnik 等^[19]研究认为良、恶性病灶对 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 的摄取没有特异性。叶千春等^[20]报道, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 显像诊断甲状腺恶性肿瘤的灵敏度为 38.5%, 特异度为 75.3%, 准确率为 70.8%, 由此认为甲状腺良、恶性肿瘤显像的阳性率差异无显著性。于鹏等^[21]对 54 个怀疑甲状腺癌的单发结节进行研究,也认为 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 肿瘤阳性显像对甲状腺癌的诊断不具有特异性,其临床应用价值有限。而龙再颖等^[22]研究认为, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 早期显像对甲状腺癌的诊断有较高的灵敏度,但特异度较低; $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 延迟显像能提高诊断的特异度,对甲状腺结节良、恶性的鉴别有较好效果。胡旻等^[23]通过对 28 例行手术治疗的甲状腺冷结节患者进行回顾性分析,证明 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 的双时相显像对甲状腺冷结节的诊断和鉴别诊断具有一定价值,通过对动态血流灌注和 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MIBI 的双时相显像中 T/NT 值等综合分析,可以减少假阳性和假阴性的发生。

$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -4,9-二氮-2,3,10,10-四甲基十二烷-2,11-二酮肟($^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -4,9-diaza-2,3,10,10-tetramethyldodecan-2,11-dioxime, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -HL91)是近年新研制出的一种非硝基咪唑类乏氧显像剂,其不具细胞毒性,恶性实体瘤乏氧组织具有摄取和滞留 HL91 的特性。谢新立等^[24]研究发现, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -HL91 显像对甲状腺结节良、恶性的鉴别具有较高的灵敏度、特异度和准确率。

特异性显像包括放射免疫显像、放射受体显像及放射基因显像等,现已成为影像核医学的研究热点。分子影像技术可利用放射性核素标记某些分子结构,从而了解体内某些特定基因或蛋白质在生理或病理状态下的表达情况。如受体半乳糖凝集素 3 (galectin-3) 属于 galectin 家族 16 种亚型之一,是一种抗凋亡分子,它的过度表达与许多恶性肿瘤的进展有关,包括甲状腺、肠、胃及中枢神经系统的肿瘤等。galectin-3 在高分化的甲状腺癌中高表达,

仅在2%的良性结节中呈阳性(多为甲状腺腺瘤)。Bartolazzi等^[25]利用^{99m}Tc-galectin-3单克隆抗体(^{99m}Tc-galectin-3-monoclonal antibody, ^{99m}Tc-galectin-3-McAb)对实验组(人甲状腺癌细胞系 galectin-3表达阳性组)与对照组(人甲状腺癌细胞系 galectin-3 mRNA 沉默组)共38只荷瘤裸鼠进行放射免疫显像研究,结果显示,实验组在6h至9h间T/NT值达到高峰,获得最适图像,而对照组未见明显阳性显影。虽然目前的放射免疫显像尚存在假阴性、图像对比度差等诸多问题,但^{99m}Tc-galectin-3-McAb放射免疫显像可能为甲状腺癌术前甲状腺结节性质以及有无颈部淋巴转移的鉴别诊断提供一种新的方法^[26]。

2.2.2 PET

PET所用的核素为正电子放射性核素,最常用的为¹⁸F、¹¹C、¹³N和¹⁵O。利用正电子核素可以标记多种生物分子,而不会改变被标记分子的生物学特性。由于这一特点,其显像结果能客观、准确地显示活体的生理、生化信息,因此被称为“活体生化显像”。PET/CT将核医学功能图像与解剖图像同机融合,与传统的单纯解剖影像或单纯功能影像相比有更广阔的应用前景。常用显像剂有¹⁸F-FDG、¹¹C-蛋氨酸和¹¹C-胆碱,分别反映葡萄糖、蛋白质和胆碱代谢,其中以¹⁸F-FDG的应用最为广泛,其相关研究也最为深入。目前,¹⁸F-FDG PET、PET/CT已广泛应用于甲状腺癌术后复发和(或)转移灶的探测及预后评估中^[27-28]。但对于甲状腺结节的诊断,有研究认为,并非所有的甲状腺恶性结节都能在¹⁸F-FDG PET中表现为阳性,而某些良性结节也会摄取¹⁸F-FDG^[4,29]。吴江等^[30]研究显示,¹⁸F-FDG PET/CT单纯依靠SUV不能鉴别甲状腺良、恶性病变,CT显示沙粒样钙化对甲状腺癌具有高度提示价值;¹⁸F-FDG阴性摄取及¹⁸F-FDG弥漫性摄取的甲状腺病变为良性的可能性大,甲状腺局灶性¹⁸F-FDG摄取灶为恶性病变的概率较大。Deandreis等^[31]认为与B超检查相比,PET/CT在甲状腺结节良恶性的诊断上并无显著优势。Vriens等^[32]对于术前接受PET/CT检查的225例甲状腺结节患者进行meta分析,认为如果甲状腺结节的长径>15mm且PET/CT检查为阴性,则可以排除甲状腺癌;PET诊断为阳性的甲状腺结节其恶性危险度由25.8%提高至38.7%,PET阳性并不能鉴别其良恶性,因为

其中约50%的结节为良性,所以这些患者仍需要进一步检查。因此,单独使用PET/CT不能鉴别所有甲状腺结节的良恶性^[4,33]。

2.3 CT

正常甲状腺血运丰富、含碘量高且表面有完整的双层被膜覆盖,所以比周围临近软组织的密度要高,甲状腺与周围的组织分界清晰,在行CT检查时能够清晰显示。CT检查特别是薄层CT检查具有很高的密度分辨率和空间分辨率,能够清楚地显示甲状腺大小、形态、边缘和密度,特别是与周围组织的关系。虽然CT在发现结节及结节的定性诊断方面不及超声检查,但在显示较大病变与周围结构的关系、增强CT对病变血供的显示方面有独特的优势,并在胸骨后甲状腺肿、甲状腺癌中央组淋巴结转移及粗大或环形钙化的观察上优于超声。

2.3.1 CT平扫

甲状腺良性结节在CT图像中多表现为形态规则的不均匀低密度结节,其边缘清楚,大多可见完整低密度包膜影,多见肿瘤坏死囊变。恶性结节表现为形态不规则、边缘模糊、内部密度均匀或不均匀,可能囊变或钙化;肿瘤较大时常突破甲状腺被膜向周围侵犯,表现为甲状腺边缘轮廓不完整,与邻近气管壁、血管之间的脂肪间隙模糊、消失,甚至包绕气管、血管或食道,并可以向颈部淋巴结转移,常为单侧。良、恶性甲状腺结节均可出现钙化,一般认为钙化形态较钙化率更具鉴别意义,有报道称细砂粒样钙化以甲状腺癌多见,蛋壳样钙化多见于结节性甲状腺肿^[34-35]。

2.3.2 CT增强扫描

CT增强扫描可无创性评价肿瘤血供,清晰显示颈部血管与淋巴结,以鉴别肿瘤的良恶性、评价疗效、预测恶性程度及转归。黄春元等^[36]对30例病理证实为甲状腺癌的患者进行了CT检查,对其中的15例患者给予CT平扫(对照组),其余15例患者给予CT平扫结合CT增强扫描(实验组),比较两组患者甲状腺癌的检出率及甲状腺癌微钙化病灶的检出率,结果实验组甲状腺癌的检出率为100%,甲状腺微钙化病灶的检出率为66.7%,均明显高于对照组。说明CT平扫结合增强扫描能够增加甲状腺癌的检出率,从而提高临床诊断的准确率。

2.4 MRI

MRI主要对软组织有较高分辨率,能够较好

地显示小病灶,详细提供病灶的形态学信息,并准确判断肿瘤侵犯的范围,且无X射线摄入,同时血管在MRI上因流空效应而呈低信号,这可区别血管与肿大的淋巴结,所以MRI对甲状腺结节的诊断有一定优势。任崧等^[37]研究认为,磁共振弥散加权成像对甲状腺结节良恶性的鉴别诊断具有重要价值。但是MRI对钙化的检出不如B超和CT灵敏。有研究认为,在评估甲状腺结节良恶性方面,CT和MRI检查不优于超声^[38]。在中华医学会最新的甲状腺结节诊治指南中也不建议将CT、MRI和¹⁸F-FDG PET作为评估甲状腺结节的常规检查^[4]。

3 小结

综上所述,甲状腺结节的各种影像学检查方法均有自己的特点(表1)。超声检查发展出很多新项目,能获得比较丰富的信息,从而成为临床应用的首选和研究热点;SPECT与PET能获得功能代谢信息而具有独特的诊断价值;CT对钙化的显示是其他检查不能代替的;PET/CT则兼顾PET与CT的优点;MRI以其对软组织的清晰显示为临床提供详细的甲状腺形态学信息及其与毗邻组织关系。目前临床单纯依靠一种检查方法不能得到全面的信息,可能无法判定结节良恶性。为了给临床提供充分可靠的诊断依据,可以采用几种检查方法联合诊断,以提高诊断的准确率。

表1 甲状腺结节的影像学检查特点比较

Table 1 Comparison of imaging techniques which used for characterizing thyroid nodule

检查特点	超声	SPECT/PET	PET/CT	CT	MRI
形态学	±	+	±	±	++
血供	+	+	-	+	+
钙化	+	-	+	++	-
功能代谢	-	++	++	-	-
硬度	+	-	-	-	-
毗邻关系	+	-	+	+	++

注:表中,±:显示能力较弱;+:显示能力一般;++:显示能力较强;-:不能显示。

参 考 文 献

[1] American Thyroid Association(ATA)Guidelines Taskforce on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer, Cooper DS, Doherty GM, et al. Revised American Thyroid Association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer[J]. Thyroid, 2009, 19(11): 1167-1214.

[2] Gharib H, Papini E, Paschke R, Duick DS, et al. American Association of Clinical Endocrinologists, Associazione Medici Endocrinologi, and European Thyroid Association medical guidelines for clinical practice for the diagnosis and management of thyroid nodules: executive summary of recommendations[J]. J Endocrinol Invest, 2010, 33 Suppl5: S51-56.

[3] 于峰, 苏新良, 吴凯南. 甲状腺结节良恶性诊断的现状与进展[J]. 中华内分泌外科杂志, 2010, 4(2): 127-129.

[4] 中华医学会内分泌学分会, 中华医学会外科学分会内分泌学组, 中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会, 等. 甲状腺结节和分化型甲状腺癌诊治指南[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2012, 28(10): 779-797.

[5] Khoo ML, Asa SL, Witterick IJ, et al. Thyroid calcification and its association with thyroid carcinoma[J]. Head Neck, 2002, 24(7): 651-655.

[6] Ophir J, Céspedes I, Ponnekanti H, et al. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues[J]. Ultrason Imaging, 1991, 13(2): 111-134.

[7] Merino S, Arrazola J, Cúrdenas A, et al. Utility and interobserver agreement of ultrasound elastography in the detection of malignant thyroid nodules in clinical care[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2011, 32(11): 2142-2148.

[8] Rago T, Santini F, Scutari M, et al. Elastography: new developments in ultrasound for predicting malignancy in thyroid nodules[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2007, 92(8): 2917-2922.

[9] 赵子卓, 罗葆明. 超声弹性成像基本原理及技术[J]. 中国医疗器械信息, 2008, 14(4): 6-8.

[10] 倪佳娜, 黄品同, 张宏伟, 等. 声触诊组织量化技术对甲状腺结节的鉴别诊断价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2013, 22(2): 137-140.

[11] 韩红霞, 宁春平, 田家玮, 等. 弹性成像评分法与应变率比值对甲状腺肿块鉴别诊断的对比研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2011, 20(5): 402-405.

[12] 刘芳, 肖莹. 超声弹性应变率值在甲状腺良恶性结节诊断中的应用[J/CD]. 中华医学超声杂志: 电子版, 2010, 7(4): 671-678.

[13] 张超学, 张新书, 王玲, 等. 甲状腺腺瘤血管结构的三维重建及血管容积指数特点分析[J]. 中国超声医学杂志, 2005, 21(3): 220-223.

[14] 苏一巾, 顾继英, 杜联芳. 三维超声成像技术在甲状腺良恶性结节鉴别诊断中的应用[J]. 实用诊断与治疗杂志, 2008, 22(2): 84-85.

[15] 袁惠, 王丹, 宋洁, 等. 甲状腺结节超声造影定量分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2008, 19(6): 427-428.

[16] Hatta W, Uno K, Koike T, et al. A prospective comparative study of optical coherence tomography and EUS for tumor staging of superficial esophageal squamous cell carcinoma[J]. Gastrointest Endosc, 2012, 76(3): 548-555.

[17] Pacini F, Castagna MG, Brilli L, et al. Thyroid cancer: ESMO

- respiratory correlated dynamic PET: methodology and comparison with respiratory gated PET[J]. J Nucl Med, 2003, 44(10): 1644-1648.
- [10] 樊卫, 张伟光, 杨小春. PET/CT呼吸门控技术及其应用介绍[J]. 中华核医学杂志, 2007, 27(2): 126-128.
- [11] 吴红宇, 贺晓东, 刘宇, 等. 呼吸门控放疗非小细胞肺癌[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2011, 35(5): 314-316.
- [12] Huang TC, Mok GS, Wang SJ, et al. Attenuation correction of PET images with interpolated average CT for thoracic tumors[J]. Phys Med Biol, 2011, 56(8): 2559-2567.
- [13] Hara R, Itami J, Kondo T, et al. Stereotactic single high dose irradiation of lung tumors under respiratory gating[J]. Radiother Oncol, 2002, 63(2): 159-163.
- [14] 司宏伟, 耿建华, 陈盛祖. 核医学显像与呼吸门控[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2007, 31(2): 104-109.
- [15] Werner MK, Parker JA, Kolodny GM, et al. Respiratory gating enhances imaging of pulmonary nodules and measurement of tracer uptake in FDG PET/CT[J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 193(6): 1640-1645.
- [16] 武志芳, 李思进, 刘建忠, 等. 呼吸门控 PET/CT 对肺部结节 SUV 的影响[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(2): 111-114.
- [17] Garc a Vicente AM, Soriano Castrej n AM, Talavera Rubio MP, et al. ¹⁸F-FDG PET-CT respiratory gating in characterization of pulmonary lesions: approximation towards clinical indications[J]. Ann Nucl Med, 2010, 24(3): 207-214.
- [18] Guerra L, De Ponti E, Elisei F, et al. Respiratory gated PET/CT in a European multicentre retrospective study: added diagnostic value in detection and characterization of lung lesions[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 39(9): 1381-1390.
- [19] Torizuka T, Tanizaki Y, Kanno T, et al. Single 20-second acquisition of deep-inspiration breath-hold PET/CT: clinical feasibility for lung cancer[J]. J Nucl Med, 2009, 50(10): 1579-1584.
- (收稿日期: 2013-06-12)

(上接第 52 页)

- Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up [J]. Ann Oncol, 2012, 23 Suppl 7: vii110-119.
- [18] 郑泽霖, 耿小平, 张德恒. 甲状腺甲状旁腺外科学[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2006: 117-123.
- [19] Kresnik E, Gallowitsch HJ, Mikosch P, et al. Technetium-99m-MIBI scintigraphy of thyroid nodules in an endemic goiter area [J]. J Nucl Med, 1997, 38(1): 62-65.
- [20] 叶千春, 王淑侠, 乔穗宪, 等. ^{99m}Tc-MIBI 甲状腺显像鉴别甲状腺结节良恶性再认识[J]. 中华核医学杂志, 2006, 26(4): 209-210.
- [21] 于鹏, 宫凤玲, 李文青, 等. ^{99m}Tc-MIBI 肿瘤阳性显像在甲状腺癌诊断中的价值[J]. 中国综合临床, 2011, 27(8): 841-843.
- [22] 龙再颖, 曲新艳, 单英丽. ^{99m}Tc-MIBI 显像对甲状腺结节良恶性鉴别诊断价值的研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2010, 34(2): 80-83.
- [23] 胡旻, 刘雅洁, 许小飞, 等. ^{99m}Tc-MIBI 动态血流灌注显像和双时相核素显像对甲状腺冷结节良恶性的诊断价值研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2010, 34(3): 174-176.
- [24] 谢新立, 韩星敏, 阮翹, 等. ^{99m}Tc-HL91 乏氧显像在甲状腺结节良恶性鉴别诊断中的应用[J]. 中华核医学杂志, 2008, 28(2): 103-105.
- [25] Bartolazzi A, D'Alessandria C, Parisella MG, et al. Thyroid cancer imaging in vivo by targeting the anti-apoptotic molecule galectin-3 [J/OL]. PLoS One, 2008, 3 (11): e3768 [2013-11-04]. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=19020658.
- [26] 高再荣. SPECT 及 PET 在分化型甲状腺癌中的临床应用进展 [J]. 中国医疗器械信息, 2009, 15(9): 1-3, 68.
- [27] Miralli  E, Guilla n T, Bridji B, et al. Therapeutic impact of ¹⁸F-FDG-PET/CT in the management of iodine-negative recurrence of differentiated thyroid carcinoma[J]. Surgery, 2007, 142(6): 952-958.
- [28] Freudenberg LS, Jentzen W, G rges R, et al. ¹²⁴I-PET dosimetry in advanced differentiated thyroid cancer: therapeutic impact [J]. Nuklearmedizin, 2007, 46(4): 121-128.
- [29] 关志伟, 徐白萱, 陈英茂, 等. 大规模人群 FDG PET/CT 意外发现甲状腺高代谢结节的回顾性分析[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(1): 32-35.
- [30] 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.
- [31] Deandreis D, Al Ghuzlan A, Auperin A, et al. Is ¹⁸F-fluorodeoxyglucose-PET/CT useful for the presurgical characterization of thyroid nodules with indeterminate fine needle aspiration cytology? [J]. Thyroid, 2012, 22(2): 165-172.
- [32] Vriens D, de Wilt JH, van der Wilt GJ, et al. The role of [¹⁸F]-2-fluoro-2-deoxy-d-glucose-positron emission tomography in thyroid nodules with indeterminate fine-needle aspiration biopsy: systematic review and meta-analysis of the literature[J]. Cancer, 2011, 117(20): 4582-4594.
- [33] 唐怡云, 王辉. PET、PET-CT 对甲状腺结节的诊断价值[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2012, 36(2): 76-80.
- [34] 陈宏伟, 邹新农. 甲状腺结节性病变的 MSCT 诊断[J]. 中国医学影像技术, 2008, 24(12): 1927-1929.
- [35] 郝儒田, 张筱骅, 潘贻飞. 甲状腺乳头状癌与甲状腺结节钙化的关系探讨[J]. 中国肿瘤临床, 2007, 34(20): 1178-1180.
- [36] 黄春元, 许朝璇, 罗帝林, 等. 螺旋 CT 在甲状腺癌中的诊断价值[J]. 中国医药导刊, 2013, 15(4): 625-626.
- [37] 任崧, 刘长宏, 白人驹. 甲状腺结节性病变 MR 弥散加权成像诊断价值初探[J]. 中华医学杂志, 2010, 90(47): 3351-3354.
- [38] Shetty SK, Maher MM, Hahn PF, et al. Significance of incidental thyroid lesions detected on CT: correlation among CT, sonography, and pathology[J]. AJR Am J Roentgenol, 2006, 187(5): 1349-1356.
- (收稿日期: 2013-11-05)