

·临床核医学·

甲状腺癌的影像学研究进展

冯学民

【摘要】 X射线、CT、MRI、超声及核素显像是目前甲状腺癌主要的影像学诊断方法。通过复习近年来的文献,对各种方法做了比较后认为:每种影像学检查方法均有各自的优点,同时也存在各自的局限性,因此临床要根据患者的实际情况有目的地选择检查方法。

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

【中图分类号】 R814.5, R817.4 【文献标识码】 A 【文章编号】 1673-4114(2006)05-0275-06

Advances in imaging diagnosis of thyroid carcinoma

FENG Xue-min

(Department of Nuclear Medicine, Tianjin First Center Hospital, Tianjin 300192, China)

【Abstract】 X-ray, CT, MRI, ultrasonography and scintigraphy are major imaging examining methods in the diagnosis thyroid carcinoma. X-CT: The malignant lesion can be low density with irregular shape and ill-defined margin. It is always used to define the scale of the tumor and the metastasis of lymph node. MRI: On T₁-weighted image the signal of malignant lesion is similar with normal thyroid, on T₂-weighted image the signal is high intensity. MRS is a feasible technique for the evaluation of malignant thyroid tumors. Ultrasonography: Thyroid carcinoma manifests as a hypoecho nodule with irregular contour, ill-defined margin, microcalcification, without halo. Invasion of adjacent tissue or lymph node metastasis are common. On color Doppler flow imaging intranodular blood flow is valuable. Scintigraphy: The commonly used drug are ¹³¹I, ²⁰¹Tl, ^{99m}Tc-MIBI, ^{99m}Tc(V)-DMSA, ¹¹¹In-octreotide. PET/CT seems to be helpful in the follow-up of thyroid carcinoma with suspected recurrence and (or) metastases. In this review, recent literatures were reviewed and a comparison was made. Then we found that every method had its advantage as well as its disadvantage, so clinic select proper methods according patient instance.

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

甲状腺癌是内分泌系统的常见肿瘤,近20年来其发病率呈逐年上升趋势,特别是35~50岁中年女性甲状腺癌高发,但迄今为止尚无明确的预防措施和控制手段,因此早发现、早诊断、早治疗甲状腺癌非常重要。目前影像学检查是甲状腺癌的主要诊断及预后评价方法,包括X射线、CT、MRI、超声、核素显像等。

1 甲状腺癌放射学检查

1.1 普通X射线检查

甲状腺肿瘤颈部X射线正侧位平片可显示正常,根据癌肿大小和肿瘤内部有无钙化,可表现为颈部软组织增粗,甲状腺区域内斑点状钙化,但不具特异性,而细小沙粒样钙化提示恶性可能。此

外,X射线平片对分化型甲状腺癌(differentiated thyroid carcinoma, DTC)的肺和骨转移有较大的诊断价值。

1.2 CT

CT分辨率高、组织结构显示清晰,对甲状腺癌结节的大小、数量、位置及肿物与周围组织的解剖关系可作出明确诊断,对手术治疗有重要价值。甲状腺癌CT平扫表现为不规则或分叶状软组织密度肿块,大多密度不均匀,边界模糊,病灶无包膜或包膜不完整,部分可发生钙化,大多呈浸润性生长,与周围组织分界不清,可清楚显示受累的颈静脉、颈前肌群、气管受压变形及转移的淋巴结。增强扫描可见癌肿呈不规则强化,强化部分也较正常甲状腺密度低。

1.3 MRI

甲状腺癌的MRI特点是:T₁加权像信号与正

常甲状腺相似或稍低; T_2 加权像为高信号。较为特殊的是滤泡状癌可在 T_1 和 T_2 加权像均表现为高信号。肿瘤形状不规则、信号不均匀是甲状腺癌 MRI 特点, 而瘤周不完整包膜样低信号影是甲状腺癌 MRI 的特征性表现。MRI 检查能发现一些小肿瘤, 明确肿瘤是否侵犯周围组织器官及有无颈部淋巴结转移等, 对临床分期评价及选择合适的治疗方案有重要意义。在甲状腺癌的定性诊断上, MRI 优于 CT, 不足之处是检查区域受限制, 另外正常的解剖结构因手术而改变时, 特异性受到限制, 且对钙化灶的灵敏度要低于 CT。

磁共振频谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 是通过分析不同病变内代谢物质量分数的差异来描述病变的特征, 实现了影像学由单一形态描述向功能型转变。King 等^[1]报道了 ^1H -MRS 正常甲状腺组织与恶性病变质子频谱的差异, 对于评价 $> 1\text{ cm}^3$ 的甲状腺恶性肿瘤是切实可行的技术。Moka 等^[2]用 ^{31}P -MRS 测量血浆磷脂水平, 鉴别甲状腺癌全切术后的肿瘤组织或转移灶: 磷脂水平由高到低依次为肿瘤复发或转移、治疗后缓解、剩余的正常甲状腺组织, 治疗后缓解和转移患者鞘磷脂水平分别为 $(0.33 \pm 0.06)\text{ mmol/L}$ 和 $(0.46 \pm 0.03)\text{ mmol/L}$, 卵磷脂水平分别为 $(1.34 \pm 0.19)\text{ mmol/L}$ 和 $(2.15 \pm 0.33)\text{ mmol/L}$, 两者均有极显著性差异。

2 甲状腺超声检查

2.1 二维超声

随着高频线阵式探头的应用, 超声对甲状腺肿瘤的诊断取得显著效果, 能够清晰显示病灶形态结构、大小、边界、有无包膜、内部回声、钙化和后方声影等。恶性病变多表现为结构致密的低回声区或结节, 且形态不规整、边界不清晰或毛糙不规则, 可对周围组织产生挤压。有些甲状腺癌尤其是乳头状癌病变内可见微小钙化灶, 伴或不伴声影, 此类钙化在甲状腺良性病变中极为罕见, 因此它的出现对诊断甲状腺癌意义重大。20 MHz 高频探头对沙粒样钙化的检出率要明显高于 7.5 MHz 探头, 但是探头穿透度浅, 扫查范围小, 应与 7.5 MHz 探头联合以期提高诊断准确性。对于病变同侧颈内静脉周围肿大淋巴结, 应高度怀疑甲状腺癌, 淋巴结内出现微小钙化灶应考虑乳头状癌的可能。Rosario 等^[3]分析 112 例乳头状甲状腺癌颈部淋巴结超声与术

后组织学病理结果发现, 转移性淋巴结中 93% 长径 $> 6\sim 7\text{ mm}$ 、88% 核回声缺失、86% 回声增加达临近肌肉组织水平、80% 淋巴结为圆形、49.5% 出现钙化、20% 伴结节内囊性变和坏死, 而良性淋巴结分别为 17%、10%、4.5%、29.5%、0、0。大多数恶性结节无包膜, 有些分化程度高的滤泡状和乳头状癌可出现包膜, 但厚薄不均, 甚至不完整, 走行僵硬不圆滑。

2.2 彩色多普勒血流显像 (color Doppler flowing imaging, CDFI)

绝大多数恶性结节用 CDFI 可探及血流信号, 并以内部血流为主, 一般结节越大, 血流信号越丰富, 且分布凌乱。阻力指数 (resistance index, RI) 常大于 0.7, 收缩期峰值血流速度一般会轻度升高, 表现为收缩期峰值前移, 收缩期上升及下降速度增快, 舒张末期常无血流或出现反向血流频谱, 但仅凭血流信号来判断肿瘤的良、恶性有一定的局限性。近几年应用的新技术三维能量血管成像 (three-dimensional color power angiography, 3D-CPA) 对甲状腺癌血流分布情况的显示明显高于二维彩色血流, 其可以清楚显示肿瘤内明显增多、增粗的动脉及大量粗细不均、迂回紊乱呈网状或珊瑚状的新生血管。3D-CPA 的参数是能量而不是平均速度和加速度, 不受超声声束和血管方位影响, 因此能量显像所显示的血管血流连续性较 CDFI 好。

2.3 超声造影 (contrast-enhanced ultrasound)

分析造影剂通过组织的时间和研究它们的时间强度曲线可提供定量和客观的信息。时间强度曲线的形态可反映造影剂在灌注相和清除相的动力学状况。恶性肿瘤可能由于动静脉短路和血流速度加快, 所以显影时间早。Spiezia 等^[4]报道, 注射 Levovist 后, 甲状腺癌显影时间早 $(8.1\text{ s} \pm 1.4\text{ s})$, 峰值时间也早 $(14.6\text{ s} \pm 1.2\text{ s})$, 而清除相曲线下降呈不规则和多相, 曲线强度最终返回到基础强度的时间明显延迟, 清除时间的延迟是因为造影剂通过扩张血管或血管盲端时造影剂微泡的流动受限; 甲状腺癌的显影时间较增生性良性结节和腺瘤明显提早且有极显著性差异, 而增生与腺瘤无显著性差异; 三种结节间基础强度、峰值强度、最终信号强度及信号强度变化百分率无显著性差异, 可将显影时间 10 s 作为甲状腺癌与增生结节和腺瘤鉴别的临界值。Argalia 等^[5]通过能量多普勒造影显示恶性结节中 83.4% 为高

血供、16.6%为低血供,良性结节中90.7%为高血供、9.3%为低血供;所有结节中不论是高血供还是低血供,时间强度曲线均表现为曲线灌注相上升速度快,即峰值时间早、峰值强度高;不论结节的血供多寡,93%良性结节下降支(清除相)规则且呈单相,89%恶性结节的下降支不规则并呈多相。他们的结果表明,时间强度(灌注-清除)曲线,特别是清除曲线对甲状腺结节的鉴别提供有用的信息,灵敏度为88%,特异度为93%;时间强度曲线对低血供的恶性肿瘤的诊断尤其具有意义。第二代声学造影剂Sonovue(声诺维)与二次谐波成像技术匹配形成的灰阶谐波超声造影可显示动脉相、静脉相和组织相,多数研究表明,造影剂使用前后超声对肿瘤血管走行和形态的显示有明显差异,但Sonovue超声造影对甲状腺癌的报道还很少,我们也殷切希望它能较Levovist有更好的效果。

2.4 超声引导下穿刺活检

主要分细针抽吸活检(fine-needle aspiration biopsy, FNAB)和粗针穿刺活检(coreneedle biopsy, CNB)。FNAB的优点是方便、安全,但对滤泡状癌不能明确诊断,并需要专门的细胞病理学医师,而CNB对患者损伤相对大些,但取材质量高,并可进行免疫组化检查,两种方法的应用目前都比较广泛。当癌与结节性甲状腺肿、桥本病等并存时,常为多发结节,癌变组织小,超声很难做出明确诊断,这时就更需要穿刺活检。超声引导下FNAB(US-FNAB)可以评价<1 cm的结节,从而提高非常小的甲状腺癌的检出率,而近年来甲状腺癌患病数量的增加与这种检测方法的广泛应用密切相关。Tollin等^[9]研究了多结节甲状腺肿的US-FNAB,结果提示该方法对于不可触及的小结节有重要价值,因为作者在研究中发现,<1 cm的结节也有相当一部分为恶性,所以建议<1 cm的低回声实性结节也要进行穿刺活检。甲状腺良性疾病中甲状腺微小肿瘤(thyroid microcarcinoma, TMC)的检出率约为5%,桥本病TMC的检出率比结节性甲状腺肿及甲亢要高。Elio等^[7]报道,21.4%的乳头状TMC是由良性甲状腺病变外科手术偶然发现的,其临床特征与其他甲状腺癌无明显区别,肿物小于8 mm不容易出现远处转移。

US-FNAB遗漏甲状腺恶性肿瘤的可能性非常小,是诊断甲状腺癌的有效手段,但对滤泡状癌不

能做出明确诊断,因为只有通过外科切除标本的组织学检查才能发现包膜和血管浸润。超声对甲状腺癌的高度敏感性和特异性说明其在所有影像学中的重要地位,因此其对甲状腺癌的诊断和随访是必须而不是选择性的。2004年10月在华盛顿召开的北美放射学会议上,与会的专家一致认同超声鉴别甲状腺结节是首选的方法,对于特殊的病变应采用US-FNAB^[9]。

2.5 实时组织弹性成像(real-time tissue elastograph, RTE)

RTE是近年来新发展起来的超声新技术,它通过探测肿瘤硬度的彩色成像,为鉴别甲状腺肿瘤良、恶性提供新的途径。Lyshchik等^[9]报道,利用RTE分别测定甲状腺和肿瘤的弹性系数,然后运用一个四分计分系统,甲状腺/肿瘤弹性系数之比>4,强烈提示甲状腺恶性病变,特异度和灵敏度分别为96%和82%;边缘规整度>3,特异度和灵敏度分别为88%和36%。RTE对于协助诊断甲状腺癌是非常有希望的影像学技术。对于部分患者出现的假阳性或假阴性,可能与恶性病变内部液化、坏死或良性病变内部机化、钙化有关。另外,RTE的评分标准、肿瘤的RTE表现与病理学基础及其他影像学的比较也有待进一步研究。

3 甲状腺放射性核素显像

3.1 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 和 ^{131}I 显像

甲状腺癌 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 和 ^{131}I 显像多表现为冷结节,其反映了结节的功能状态,但仅根据 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 和 ^{131}I 显像结果估计肿瘤的良、恶性是非常局限的。近年来的一组超声资料显示,单发及多发结节的恶性发生率并无显著性差异,多发结节并非良性的特征^[10]。

3.2 甲状腺亲肿瘤显像

甲状腺亲肿瘤显像常用的药物为 ^{201}Tl 、 ^{99m}Tc -甲氧基异丁基异腈(^{99m}Tc -sestamibi, ^{99m}Tc -MIBI)、 ^{99m}Tc -二巯基丁二酸盐(^{99m}Tc (V)-dimercapto-succinate, ^{99m}Tc (V)-DMSA)、 ^{111}In -奥曲肽(^{111}In -octreotide)和 ^{99m}Tc -4,9-二氮-3,3,10,10-四甲基十二烷-2,11-二酮肟(^{99m}Tc -4,9-diaza-3,3,10,10-tetramethyldodecan-2,11-dione dioxime, ^{99m}Tc -HL91)等。

^{201}Tl 和 ^{99m}Tc -MIBI作为一种亲肿瘤的阳性显像剂可用于诊断DTC,在早期相(注药后10 min)即可被DTC摄取,延迟相(注药后120 min)仍出现

放射性滞留,但由于 ^{201}Tl 能量低、半衰期长、价格贵等原因,现在临床普遍使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI与 ^{201}Tl 的诊断能力相似,Fujie等^[11]分析了31例乳头状和5例滤泡状甲状腺癌甲状腺全切术前后 ^{131}I 、 ^{201}Tl 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI显像,术前对转移灶的诊断的灵敏度分别为38%、56%、56%,术后分别为61%、47%、44%; ^{131}I 、 ^{201}Tl 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI术前和术后诊断转移灶的特异度分别为84%、99%、98%和98%、99%、99%;术前 ^{201}Tl 和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI显像对纵隔转移有较高的灵敏度,三者术前和术后对肺转移灶的灵敏度普遍偏低,术前 ^{131}I 显像对确定颈部淋巴结转移的特异性明显偏低,而术后增加。

对于甲状腺髓样癌,过去多采用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (V)-DMSA显像,但诊断的敏感性和特异性各家报道不一,近几年应用生长抑素受体类似物 octreotide 标记 ^{111}In 显像,对于诊断甲状腺髓样癌和不摄取 ^{131}I 的DTC取得良好效果。Arslan等^[12]比较了14例甲状腺髓样癌术后肿瘤标记物升高患者的 ^{111}In -octreotide和 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (V)-DMSA检测,灵敏度分别为78.5%和57.1%,病灶检出率分别为44.1%和30.2%;两者联合检测的灵敏度可达85.7%。法国Giammarile等^[13]用 ^{111}In -octreotide检查不摄取 ^{131}I 的DTC 43例,其灵敏度为51%,发现2例肺感染病例出现假阳性,作者认为血清甲状腺球蛋白(thyroglobulin, Tg)高于50 $\mu\text{g/L}$ 者灵敏度为76%,而纵隔病灶灵敏度为93%。

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HL91是一种乏氧显像剂,由于肿瘤生长迅速、代谢快、耗氧量增加导致肿瘤氧供减少,因此肿瘤组织处于缺血缺氧状态, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HL91更适用于鉴别恶性程度较高的未分化甲状腺癌。

需要强调的是,甲状腺亲肿瘤显像不管是用何种药物,均为非特异显像,出现阳性结果时一定要结合其他影像学表现和血清Tg、降钙素等指标综合分析。

3.3 ^{131}I 全身显像

^{131}I 全身显像对于DTC转移灶的确定有重要价值,但非功能性转移灶可为阴性。治疗剂量的 ^{131}I 全身显像灵敏度随剂量的加大而提高,一般在大剂量 ^{131}I 治疗DTC转移灶后5~7 d进行,可发现诊断剂量 ^{131}I 显像未发现的病灶,对制定患者随访和进一步治疗方案有帮助。Pacini等^[14]报道了42例DTC术后经大剂量($\geq 3.7 \text{ GBq}$) ^{131}I 治疗和28例未经治疗

的患者,治疗组治疗剂量的 ^{131}I 全身显像30例为阳性,随访(6.7 ± 3.8)年后,10例Tg阴性、 ^{131}I 全身显像阴性;9例Tg降低但仍可检出、 ^{131}I 全身显像阴性;11例Tg可检出、 ^{131}I 全身显像仍为阳性。作者认为,对于Tg可检出而 ^{131}I 全身显像阴性患者,应用大剂量 ^{131}I 治疗是有益的,并且要根据第一次 ^{131}I 治疗后全身显像决定是否继续使用 ^{131}I 或外科手术。

3.4 ^{18}F -氟代脱氧葡萄糖(^{18}F -fluorodeoxyglucose, ^{18}F -FDG)PET

甲状腺原发部位的肿瘤很少有必要行 ^{18}F -FDG PET,其主要用于甲状腺癌术后复发和转移灶的检测,特别适用于术后Tg升高而 ^{131}I 全身显像阴性的患者。Helal等^[15]对37例经甲状腺全切和 ^{131}I 治疗后而血清Tg持续升高、 ^{131}I 全身显像阴性的DTC患者进行 ^{18}F -FDG PET:常规影像方法只发现10例阳性,27例未发现病灶,而 ^{18}F -FDG PET发现28例患者有病灶并能准确定位,阳性预测值为89%;在常规影像方法阳性的10例患者中, ^{18}F -FDG PET发现了11个新病灶,证实了已知18个病灶中的17个;常规影像未发现病灶的27例患者中, ^{18}F -FDG PET发现19例(70%)有转移灶存在; ^{18}F -FDG PET结果使23例患者进一步实施手术切除病灶,4例患者采用了外放射治疗,由此可见 ^{18}F -FDG PET的重要价值。对于甲状腺癌伴远处转移患者, ^{18}F -FDG PET不仅能检出转移灶,而且可以预测患者预后。Wang等^[16]对125例甲状腺癌术后患者进行了41个月随访,单因素分析表明:年龄超过45岁、远处转移、 ^{18}F -FDG PET阳性、高容积 ^{18}F -FDG摄取($>125 \text{ ml}$)者生存率低,而生存率与性别、是否摄取放射性碘、病理类型及分期无相关性;多因素分析表明:最强的影响生存率的因素是高容积 ^{18}F -FDG摄取, ^{18}F -FDG摄取容积 $\leq 125 \text{ ml}$ 者3年生存概率为96%,而 $>125 \text{ ml}$ 者仅为18%。Petrici^[17]认为,重组人促甲状腺激素(recombinant human thyrotropin, rhTSH)可刺激DTC对 ^{18}F -FDG的摄取,从而提高 ^{18}F -FDG PET诊断的准确性。

4 甲状腺癌影像学比较

由于各种检查方法的成像机制不同、显示的信息不同,所以其对甲状腺不同病变甚至不同个体的相同病变诊断的敏感性和特异性亦有所不同,因此

它们在甲状腺疾病诊断中所处的地位也不尽相同,临床上应根据患者的具体情况选择最佳的影像学检查方法。

X射线摄片和CT检查对于确定术前甲状腺癌转移灶有很高的价值,特别是超声不能明确的肺、纵隔等脏器,并可以判断气管的受压情况。CT对甲状腺癌内钙化的发现明显优于MRI,对肿瘤侵犯相邻结构的显示与MRI相仿。Ishigaki等^[18]报道,多螺旋CT和超声发现恶性结节的灵敏度分别为78.6%和85.7%,多平面重建对于检测甲状腺囊外转移可以较超声提供更高的准确性。与其他常规影像学比较,MRI诊断甲状腺癌的敏感性是最高的,同时MRS还可以在分子水平上反映病变,但目前尚缺乏相应的诊断标准和扫描技术,另外,MRI价格昂贵、检查耗时、不易显示钙化等缺陷,使其不列为甲状腺癌的常规检查项目,只有在超声和核医学检查不能明确诊断时才考虑MRI。超声检查由于其操作简单、价格适宜,已成为诊断原发性甲状腺肿瘤的首选指标,超声引导下FNAB和CNB更能提供病理学诊断结果,这两种方法的应用大大减少了临床以往所进行的穿刺活检次数,伴随着高分辨超声和细胞学、组织学活检联合应用的不断增加,越来越多的临床医师触诊不到的甲状腺病变被早期发现、早期诊断、早期治疗。甲状腺癌核素显像也是应用比较广泛的项目,常规的亲肿瘤显像对原发灶和转移灶的确定均有一定临床意义,但都或多或少存在敏感性和特异性偏低、假阳性等缺陷,SPECT-CT对于提高特异性、降低假阳性有很大帮助。Ruf等^[19]用SPECT-CT鉴别¹³¹I治疗后¹³¹I全身显像不确定的病灶,25例患者中共发现41个病灶,根据随访结果,17/41(41%)是残余甲状腺组织,13/41(32%)是转移灶,11/41(27%)为非恶性病变,这些病变中SPECT-CT诊断正确39例,正确率达95%,通过SPECT-CT使17/39(44%)病灶解剖图像得到改善。对于检测甲状腺髓样癌转移灶,¹⁸F-FDG PET是迄今最好的核医学影像方法,de Groot等^[20]报道,26例甲状腺髓样癌转移灶行¹⁸F-FDG PET检测的灵敏度为96%,¹¹¹In-octreotide为41%,^{99m}Tc(V)-DMSA和形态学影像(CT、MRI)分别为57%和87%,9例患者因¹⁸F-FDG PET阳性行外科手术,术后证实均为残留肿瘤组织或转移灶,血清降钙素平均降低(58±31)%。近年来的¹⁸F-

FDG PET-CT能在分子水平上反映肿瘤的功能和代谢信息,大大提高了转移灶的诊断水平,但同样存在价格昂贵的问题,所以目前PET-CT用于常规检测术后肿瘤复发及有无转移仍存在困难。

参 考 文 献

- 1 King AD, Yeung DK, Ahuja AT. In vivo ¹H MR spectroscopy of thyroid carcinoma. *Eur J Radiol*, 2005, 54(1): 112-117.
- 2 Moka D, Dietlein M, Raffelt K, et al. Differentiation between healthy thyroid remnants and tumor tissue after radioiodine therapy in patients with differentiated thyroid carcinoma using in vitro phosphorus-31 magnetic resonance spectroscopy. *Am J Med*, 2002, 112(8): 634-641.
- 3 Rosario PW, de Faria S, Bicalho L, et al. Ultrasonographic differentiation between metastatic and benign lymph nodes in patients with papillary thyroid carcinoma. *J Ultrasound Med*, 2005, 24(10): 1385-1389.
- 4 Spiezia S, Farina R, Cerbone G, et al. Analysis of color Doppler signal intensity variation after levovist injection: a new approach to the diagnosis of thyroid nodules. *J Ultrasound Med*, 2001, 20(3): 223-231.
- 5 Argalia G, De Bernardis S, Mariani D, et al. Ultrasonographic contrast agent: evaluation of time-intensity curves in the characterisation of solitary thyroid nodules. *Radiol Med (Torino)*, 2002, 103(4): 407-413.
- 6 Tollin SR, Mery GM, Jelveh N, et al. The use of fine-needle aspiration biopsy under ultrasound guidance to assess the risk of malignancy in patients with a multinodular goiter. *Thyroid*, 2000, 10(3): 235-241.
- 7 Elio R, Roberta R, Giorgio T, et al. Clinical and histological characteristics of papillary thyroid microcarcinoma: Results of a retrospective study in 243 patients. *J Clin Endocrin Metab*, 2006, 91(6): 2171-2178.
- 8 Frates MC, Benson CB, Charboneau JW, et al. Management of thyroid nodules detected at US: Society of radiologists in ultrasound consensus conference statement. *Radiology*, 2005, 237(3): 794-800.
- 9 Lyshchik A, Higashi T, Asato R, et al. Thyroid gland tumor diagnosis at US elastography. *Radiology*, 2005, 237(1): 202-211.
- 10 Hatipoglu BA, Gierlowski T, Shore-Freedman E, et al. Fine-needle aspiration of thyroid nodules in radiation-exposed patients. *Thyroid*, 2000, 10(1): 63-69.
- 11 Fujie S, Okumura Y, Sato S, et al. Diagnostic capabilities of I-131, Tl-201, and Tc-99m-MIBI scintigraphy for metastatic differentiated thyroid carcinoma after total thyroidectomy. *Acta Med Okayama*, 2005, 59(3): 99-107.
- 12 Arslan N, Ilgan S, Yuksel D, et al. Comparison of In-111 octreotide and Tc-99m (V) DMSA scintigraphy in the detection of me-

- dullary thyroid tumor foci in patients with elevated levels of tumor markers after surgery. Clin Nucl Med, 2001, 26(8): 683-688.
- 13 Giammarile F, Houzard C, Bournaud C, et al. Diagnostic management of suspected metastatic thyroid carcinoma: clinical value of octreotide scintigraphy in patients with negative high-dose radioiodine Scans. Eur J Endocrinol, 2004, 150(3): 277-283.
- 14 Pacini F, Agate L, Elisei R. Outcome of differentiated thyroid cancer with detectable serum Tg and negative diagnostic ^{131}I whole body scan: Comparison of patients treated with high ^{131}I activities versus untreated patients. J Clin endocrinol Metab, 2001, 86(9): 4092-4097.
- 15 Helal BO, Merlet P, Toubert ME, et al. Clinical impact of ^{18}F -FDG PET in thyroid carcinoma patients with elevated thyroglobulin levels and negative ^{131}I scanning results after therapy. J Nucl Med, 2001, 42(10): 1464-1469.
- 16 Wang WP, Larson SM, Fazzari M, et al. Prognostic value of (^{18}F) fluorodeoxyglucose positron emission tomographic scanning in patients with thyroid cancer. J Clin Endocrinol Metab, 2000, 85(3): 1107-1113.
- 17 Petrich T, Borner AR, Otto D, et al. Influence of rhTSH on [^{18}F] fluorodeoxyglucose uptake by differentiated thyroid carcinoma. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2002, 29(5): 641-647.
- 18 Ishigaki S, Shimamoto K, Satake H, et al. Multi-slice CT of thyroid nodules: comparison with ultrasonography. Radiat Med, 2004, 22(5): 346-353.
- 19 Ruf J, Lehmkuhl L, Bertram H, et al. Impact of SPECT and integrated low-dose CT after radioiodine therapy on the management of patients with thyroid carcinoma. Nucl Med Commun, 2004, 25(12): 1177-1182.
- 20 de Groot JW, Links TP, Jager PL, et al. Impact of ^{18}F -fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography (FDG-PET) in patients with biochemical evidence of recurrent or residual medullary thyroid cancer. Ann Surg Oncol, 2004, 11(8): 786-794.
- (收稿日期: 2006-03-31)

·临床核医学·

SPECT-CT 的临床应用进展

陈跃 黄占文

【摘要】 SPECT-CT 能有效显示解剖与功能关系, 更好帮助疾病诊断和病理生理的理解。SPECT 通过与同机定位 CT 图像融合可有效地对病变进行定性定位, 提高了传统 SPECT 定位、定性的准确性。SPECT-CT 在肿瘤与非肿瘤疾病诊断、治疗方面发挥了重要的作用。

【关键词】 肿瘤; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 射线计算机; 图像处理, 计算机辅助

【中图分类号】 R814.42, R817.4 【文献标识码】 A 【文章编号】 1673-4114(2006)05-0280-03

The progress of SPECT-CT in clinical applications

CHEN Yue, HUANG Zhan-wen

(Department of Nuclear Medicine, Affiliated Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou Sichuan 646000, China)

【Abstract】 SPECT-CT provides functional and anatomical images in the same scanning session which facilitates the understanding of diagnostic information and the characterization of underlying physiopathology. SPECT-CT can accurately locate the anatomical sites of tracer uptake and improve the diagnostic accuracy of SPECT. SPECT-CT fusion imaging play an important role in many areas such as tumor imaging and non-oncological imaging.

【Key words】 Neoplasms; Tomography, emission-computer, single-photon; Tomography, X-ray computed; Image processing, computer-assisted

图像融合是目前核医学研究的主要领域, 近6年美国核医学年会报告的图像融合论文增长迅速

(见表1)^[1]。尽管 PET-CT 已大量用于临床, 但仍有许多单光子药物在临床广泛应用, 大量研究表明, SPECT 在肿瘤诊断、预测治疗反应、监测治疗反应、随访有无复发等方面具有灵敏、准确的特

作者单位: 646000, 泸州医学院附属医院核医学科

通讯作者: 陈跃(E-mail: chenye5523@126.com)