

单光子发射计算机断层显像/CT 在乳腺癌前哨淋巴结探测中的应用

卢承慧 王叙馥 王国明 刘新峰 刘彬 王国强 王增华

【摘要】 目的 探讨用放射性硫胶体(SC)单光子发射计算机断层显像(SPECT)/CT 探测乳腺癌前哨淋巴结(SLN)的应用价值。**方法** 按照入组和排除标准,收集 2015 年 4~8 月在青岛大学附属医院确诊的 118 例女性乳腺癌患者临床资料进行回顾性分析。患者术前行^{99m}Tc-SC SPECT/CT 联合术中蓝染法定位 SLN,以联合法(SPECT/CT+蓝染法)检出结果为标准,比较单纯平面显像、蓝染法、SPECT/CT 3 种方法对 SLN 的检出率,并对所有检出的 SLN 送病理检查。组间 SLN 检出率(以病例数分析)的比较采用 Fisher 精确概率法,SLN 检出率(以淋巴结数分析)的比较及 SLN 病理阳性率的比较采用配对 χ^2 检验。**结果** 以联合法(SPECT/CT+蓝染法)检出结果为标准,从病例数角度分析,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率分别为 91.53% (108/118)、97.46% (115/118) 和 97.46% (115/118),差异有统计学意义($P=0.020$),SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率高于平面显像($\chi^2=5.143$, $P=0.023$, $P=0.023$)。从淋巴结数的角度分析,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率分别为 61.72% (158/256)、96.88% (248/256) 和 95.70% (245/256),差异有统计学意义($\chi^2=158.072$, $P<0.001$),SPECT/CT 与蓝染法的 SLN 检出率也高于平面显像($\chi^2=90.000$, $P<0.001$)。对于腋窝区 SLN,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的检出率分别为 64.44% (154/239)、96.65% (231/239) 和 100.00% (239/239),差异有统计学意义($\chi^2=163.312$, $P<0.001$),SPECT/CT 与蓝染法均高于平面显像($\chi^2=77.000$, $P<0.001$),蓝染法高于 SPECT/CT($\chi^2=6.125$, $P=0.013$)。对于非腋窝区 SLN,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的检出率分别为 4/17、17/17 和 6/17,差异有统计学意义($\chi^2=23.139$, $P<0.001$),SPECT/CT 高于平面显像及蓝染法($\chi^2=11.077$, $P=0.001$, $P=0.003$)。SPECT/CT 与蓝染法检出的 SLN 病理阳性率分别为 24.22% (62/256) 和 21.09% (54/256),差异无统计学意义($\chi^2=3.500$, $P=0.061$)。对于腋窝区淋巴结,蓝染法比 SPECT/CT 多发现 8 枚,其中 3 枚 SPECT/CT 阴性的淋巴结经病理证实为淋巴结宏转移,另 5 枚均为非转移淋巴结。对于非腋窝区淋巴结,SPECT/CT 比蓝染法多发现 11 枚(3 枚内乳淋巴结,5 枚胸肌间淋巴结,3 枚乳腺内淋巴结),病理证实 9 枚微转移淋巴结,2 枚宏转移淋巴结。**结论** SPECT/CT 的应用能够更精确地指导 SLN 活组织检查定位,而且在提高病理阳性 SLN 的检出率,尤其是探测非腋窝 SLN 方面,SPECT/CT 较蓝染法有较大优势。

【关键词】 乳腺肿瘤; 前哨淋巴结; 放射性核素显像

【中图分类号】 R737.9 **【文献标志码】** A

Sentinel lymph node identification by SPECT/CT in breast cancer Lu Chenghui, Wang Xufu, Wang Guoming, Liu Xinfeng, Liu Bin, Wang Guoqiang, Wang Zenghua. Department of Nuclear Medicine, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003, China

Corresponding author: Wang Xufu, Email: wangxufu@sina.com

【Abstract】 Objective To evaluate the application of SPECT/CT with radioactive sulfur colloid (^{99m}Tc-SC) in detecting sentinel lymph nodes (SLNs) in breast cancer patients. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, a total of 118 breast cancer patients in the Affiliated Hospital of Qingdao University from April 2015 to August 2015 were enrolled in this retrospective study. All patients underwent preoperative ^{99m}Tc-SC SPECT/CT combined with intraoperative blue dye tracing to detect SLNs. With the results of SPECT/CT plus blue dye tracing as the gold standard, the detection rate of SLNs by planar imaging, SPECT/CT or blue dye tracing alone was compared. All detected SLNs were sent to the pathologic examination.

The detection rate of SLNs (based on cases) was compared using Fisher exact probability method, the detection rate of SLNs (based on node number) was compared using paired χ^2 test, and the detection rate of pathologically positive SLNs by SPECT/CT and blue dye tracing was compared using paired χ^2 test. **Results** With the results of SPECT/CT plus blue dye tracing as the gold standard, the detection rate of SLNs (based on cases) by planar imaging, SPECT/CT or blue dye tracing alone was 91.53% (108/118), 97.46% (115/118) and 97.46% (115/118) respectively, indicating a significant difference ($P=0.020$), and the detection rate by SPECT/CT or blue dye tracing was significantly higher than that by planar imaging ($\chi^2=5.143, 5.143; P=0.023, 0.023$). The detection rate of SLNs (based on node number) by planar imaging, SPECT/CT and blue dye tracing was 61.72% (158/256), 96.88% (248/256) and 95.70% (245/256) respectively, indicating a significant difference ($\chi^2=158.072, P<0.001$). The detection rates by SPECT/CT and blue dye tracing was significantly higher than that by plane imaging ($\chi^2=90.000, 87.000$; both $P<0.001$). The detection rate of SLNs in axillary region by planar imaging, SPECT/CT and blue dye tracing was 64.44% (154/239), 96.65% (231/239) and 100.00% (239/239) respectively, indicating a significant difference ($\chi^2=163.312, P<0.001$). The detection rate of SLNs in axillary region by SPECT/CT and blue dye tracing was significantly higher than that by planar imaging ($\chi^2=77.000, 85.000$; both $P<0.001$), while the detection rate of SLNs in axillary region by blue dye tracing was significantly higher than that by SPECT/CT ($\chi^2=6.125, P=0.013$). The detection rate of SLNs in non-axillary region by planar imaging, SPECT/CT and blue dye tracing was 4/17, 17/17 and 6/17 respectively, indicating a significant difference ($\chi^2=23.139, P<0.001$). The detection rate of SLNs in non-axillary region by SPECT/CT was significantly higher than that by planar imaging and blue dye tracing ($\chi^2=11.077, 9.091; P=0.001, 0.003$). The pathologically positive rate of SLNs detected by SPECT/CT and blue dye tracing was 24.22% (62/256) and 21.09% (54/256) respectively, indicating no significant difference ($\chi^2=3.500, P=0.061$). For axillary lymph nodes, eight SLNs which were not detected by SPECT/CT were found by blue dye tracing, including 3 with macrometastasis and 5 without metastasis in the pathological examination. For non-axillary lymph nodes, 11 SLNs (3 internal mammary nodes, 5 interpectoral lymph nodes, 3 intramammary nodes) which were not detected by blue dye tracing were found by SPECT/CT, including 9 with micrometastasis and 2 with macrometastasis in pathological examination. **Conclusions** SPECT/CT can provide guidance for accurate detection of SLNs and precise positioning of SLN biopsy. Furthermore, it can improve the detection rate of pathologically positive SLNs, especially for non-axillary SLNs, superior to blue dye tracing.

[Key words] Breast neoplasms; Sentinel lymph node; Radionuclide imaging

随着女性健康意识的增强及乳腺专科普查的开展,早期乳腺癌病例发现得越来越多,而晚期或局部晚期的病例明显减少,手术治疗仍是综合治疗的重心。传统腋窝淋巴结清扫(axillary lymph node dissection, ALND)美容效果差,可能影响患者患侧上肢功能及生活质量。对于早期乳腺癌患者,前哨淋巴结活检组织检查(sentinel lymph node biopsy, SLNB)代替传统的 ALND 已成为研究热点^[1-2],然而 SLNB 替代 ALND 的关键是提高前哨淋巴结(sentinel lymph node, SLN)的检出率。既往研究对于术前淋巴显像的必要性一直存在争议^[3]。部分学者认为术前淋巴平面显像既不能提高 SLNB 的成功率,也不能降低其假阴性率,乳腺癌 SLNB 术前可以不行淋巴显像^[4]。由于术前仅行核素平面显像定位 SLN 仍存在一定的局限性,本研究采用单光子计算机断层显像(single photon emission computed tomography, SPECT)/CT 技术,进行术前 SLN 定位评估,以便为临床上寻求更准确、可靠的探查 SLN 的方法提供依据。

资料与方法

一、一般资料

选择 2015 年 4~8 月青岛大学附属医院收治的女性乳腺癌患者 118 例进行回顾性分析(体检时腋窝均未扪及肿块)。患者年龄 28.0~64.0 岁,平均 45.0 岁。肿块位于外上象限者 104 例,其他象限者 14 例。术前穿刺活组织检查显示浸润性导管癌 99 例,DCIS 16 例,鳞状细胞癌 2 例,黏液癌 1 例。所有患者术前行 SPECT/CT 显像,术中联合蓝染法探测 SLN。纳入标准:经术前穿刺活组织检查确诊为乳腺癌,临床分期为 T₁N₀M₀,术前均未行放、化疗及内分泌治疗,既往无腋窝手术史。排除标准:(1)炎性乳腺癌;(2)哺乳期乳腺癌;(3)患者入院前已行包块切除活组织检查;(4)存在远处转移。本研究获得青岛大学附属医院医学伦理委员会批准(医研伦审 2015 年第 23 号)。所有患者术前均已签署知情同意书。

二、术前淋巴显像

硫胶体(sulfur colloid, SC)药盒由北京欣科思达医药科技有限公司提供,术前 4~6 h 将 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ 标记的硫胶体($^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -SC)在乳晕周围的 3、6、9、12 点方向皮下注射,每点注射体积约 0.2 ml,放射性活度 18.5~37.0 MBq。患者采取仰卧位,前臂外展 90°,采用德国 Siemens 公司 Symbia T16 型 SPECT/CT 仪,配低能高分辨率准直器。于注射后 10、15、30、60 min,行前位及患侧位平面显像,能峰 140 keV,窗宽 20%,矩阵 256×256,放大倍数为 1.0,采集 500 Kc。出现时间最早、距离注射点最近的放射性热点拟定为 SLN。随即行 SPECT 断层采集,能峰 140 keV,窗宽 20%,矩阵 128×128,连续采集 360°。然后,行低剂量 CT 扫描,CT 参数运用德国 Siemens CARE Dose4D 模式自动获取,矩阵 256×256,层厚 1 cm。采集完成后用 Symbia T16 专用后处理软件进行同机融合。显像结束后,分别于前位及患侧位,用 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4$ 点源寻找并确定放射性浓集影的体表位置,当点源与浓集影重叠时用记号笔在皮肤表面做出标记。融合图像的处理采用同机 CT 进行衰减校正,于横断面标记 SLN 的深度,并行 3D 重建,分别于正位及侧位标记 SLN 的体表投影距患侧乳头的距离,便于术中精确快速探查 SLN。

三、亚甲蓝染色法

术前患侧乳晕外上方单点注射亚甲蓝 0.2 ml,10 min 后切开皮肤,肉眼观察蓝染的淋巴管并寻找蓝染淋巴结,将其切除并标记为 SLN 后行病理检查。

四、联合法

$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -SC 淋巴显像后,进行麻醉,然后根据上述方法注射蓝染料,术中参考淋巴显像的体表标记用 Euro-probe 型手持式 γ 探测器寻找并探测蓝染和(或)未蓝染淋巴结的放射性及腋窝放射性聚集的淋巴结,以正常组织为本底,放射性大于本底 10 倍者定为 SLN,将核素与蓝染发现的淋巴结一并切除并送冰冻切片病理检查,其中两者共同发现的 SLN 标记为 1 组,单独蓝染发现的 SLN 标记为 2 组,单独核素发现的 SLN 标记为 3 组。若术中冰冻切片病理结果发现有 SLN 阳性则行 ALND;部分 1、2 组 SLN 阳性,但患者接受保留乳房手术及术后放射治疗,患者不行 ALND;若 SLN 阴性,则不做 ALND,术后定期随访。

五、淋巴结分组^[5]

参照外科分组标准,腋窝淋巴结以胸小肌为标志,分为 3 组:Ⅰ水平即腋下组,Ⅱ水平即腋中组,Ⅲ水平即腋上组。非腋窝淋巴结包括乳腺内淋巴结、胸肌间淋巴结及内乳淋巴结。

六、统计学分析

采用 SPSS17.0 统计软件,平面显像、蓝染法、SPECT/CT 3 种方法的 SLN 检出率(以病例数分析)比较采用 Fisher 精确概率法,3 种方法的 SLN 检出率(以淋巴结数分析)比较及 SPECT/CT 与蓝染法检出的 SLN 病理阳性率的比较采用配对 χ^2 检验,以 $P<0.050$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、各方法检出 SLN 的病例数及淋巴结数

从病例数的角度来分析,118 例患者经 SPECT/CT+蓝染法(以下简称联合法)均检出 SLN。以联合法检出结果为标准,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率分别为 91.53% (108/118)、97.46% (115/118)、97.46% (115/118),差异有统计学意义($P=0.020$)。SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率高于平面显像($\chi^2=5.143, 5.143, P=0.023, 0.023$)。

从淋巴结数的角度分析,联合法共检出 SLN 256 枚,以联合法检出结果为标准,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法的 SLN 检出率分别为 61.72% (158/256)、96.88% (248/256)、95.70% (245/256),差异有统计学意义($\chi^2=158.072, P<0.001$)。SPECT/CT 与蓝染法的 SLN 检出率高于平面显像($\chi^2=90.000, 87.000, P$ 均 <0.001)。

腋窝区共计检出 239 枚 SLN,其中,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法检出率分别为 64.44% (154/239)、96.65% (231/239)、100.00% (239/239),差异有统计学意义($\chi^2=163.312, P<0.001$)。SPECT/CT 与蓝染法高于平面显像($\chi^2=77.000, 85.000, P$ 均 <0.001),蓝染法高于 SPECT/CT($\chi^2=6.125, P=0.013$,表 1)。对于非腋窝区 SLN 的检出率,平面显像、SPECT/CT 及蓝染法分别为 4/17、17/17、6/17,差异有统计学意义($\chi^2=23.139, P<0.001$)。SPECT/CT 高于平面显像与蓝染法比较, ($\chi^2=11.077, 9.091, P=0.001, 0.003$),平面显像与蓝染法比较,差异无统计学意义($\chi^2=0.500, P=0.480$,表 1)。

二、SPECT/CT 与蓝染法检出 SLN 的病理结果

118 例患者通过联合法共检出 256 枚 SLN,所有 SLN 均进行了术中活组织检查。SPECT/CT 检出 248 枚,其中,病理检测为阳性的 SLN 62 枚,阴性 192 枚;蓝染法检出 245 枚,其中,病理检测为阳性的 SLN 54 枚,阴性 202 枚。SPECT/CT 与蓝染法检出的 SLN 病理阳性率分别为 24.22% (62/256)、21.09% (54/256),差异无统计学意义($\chi^2=3.500, P=0.061$)。

表 1 各方法在不同部位检出的前哨淋巴结数目(枚)

检测方法	淋巴结数目	腋窝			非腋窝区		
		I 水平	II 水平	III 水平	乳腺内	胸肌间	内乳
平面显像 ^a	158		154			4	
SPECT/CT	248	133	53	45	7	7	3
蓝染	245	136	55	48	4	2	0
SPECT/CT+蓝染	256	136	55	48	7	7	3

注:^a 平面显像只能区分腋窝区与非腋窝区;SPECT 是单光子计算机断层显像

对于腋窝区淋巴结,蓝染法比 SPECT/CT 多发现 8 枚,其中 3 枚 SPECT/CT 阴性的淋巴结经病理证实为淋巴结宏转移,另 5 枚均为非转移淋巴结。对于非腋窝区淋巴结,SPECT/CT 比蓝染法多发现 11 枚(3 枚内乳淋巴结,5 枚胸肌间淋巴结,3 枚乳腺内淋巴结),病理证实 9 枚微转移淋巴结,2 枚宏转移淋巴结。

讨 论

随着乳腺癌手术不断向功能保留和微创发展,由于淋巴结转移的早期、精确诊断,经典的根治性区域淋巴结清扫术的适应证将越来越少。依据淋巴结转移情况,制定区域淋巴结清扫术的范围,减少手术风险,必须明确淋巴结转移的位置及淋巴引流规律。SLN 定位及术中活组织检查在这方面提供了良好的依据^[1-2,4]。通过 SLNB 定位技术显示淋巴结分布,并通过快速准确的病理诊断如术中快速冰冻切片来判断是否存在转移,如病理阳性,则行淋巴结清扫术;如为阴性,则随诊观察。而 SLNB 的关键在于 SLN 的识别与定位。目前用于 SLN 定位的示踪方法主要有核素法、染料法。染料法因其简便易行,在各级医院得到广泛应用^[6]。对于核素法,以往研究大部分通过术前核素平面显像定位 SLN,甚至术前注射核素后未经显像,直接行术中 γ 探测器探测^[2,7],术前通过 SPECT/CT 进行 SLN 定位的报道较少^[8-9]。本研究应用 SPECT/CT 进行融合显像定位 SLN,提高了准确性。

本研究结果中无论从病例数的角度,还是从淋巴结数的角度分析,SPECT/CT 对 SLN 的检出率都高于平面显像,这与 Lerman 等^[10]的报道基本一致。一方面,SPECT/CT 能够比平面显像多发现一部分 SLN^[9],因淋巴结前后重叠或聚集成团,在平面显像上仅表现为单个放射性浓聚点,或因注射点散射而掩盖、分辨率较差等原因,其平面显像为阴性。另一方面,SPECT/CT 能够识别因技术原因造成的放射性污染点^[9]。因此,SPECT/CT 能够大大提高 SLN 的检出率,避免一部分 SLN 漏诊,降低假阳性率,精

确显示 SLN 的数量、位置,而且,三维定位能够更直观的显示 SLN,进而提高 SLNB 的成功率^[11-12]。

核素显像与蓝染法检测 SLN 的机制不同:淋巴系统对非常小的染料颗粒主要以被动摄取为主,而放射性 SC 以淋巴结主动吞噬、滞留和集聚为主,要求淋巴结有一定的正常功能,当淋巴结有较大范围转移时,该机制受损,此时蓝染法较核素法识别 SLN 更有效^[3,7]。本研究中,有 3 例共 4 枚淋巴结 SPECT/CT 显像阴性而蓝染法阳性。核素显像失败的原因有:(1)示踪剂因素,如质量差(即标记率低)、性能差(粒径小、快速入血、淋巴结滞留少、与本底的放射性比值低);(2)技术操作原因,如显像剂注射部位深浅、注射剂量、显像时间等;(3)淋巴引流因素,乳腺深部淋巴网少于浅部和皮下,大而疏松的组织淋巴回流慢,淋巴结发生转移、破坏,淋巴结脂肪病变导致回流受阻^[13-14]。对于本组 3 例 SPECT/CT 显像阴性者,可基本排除示踪剂及技术操作原因,最终经病理证实为淋巴结宏转移,可能由于宏转移淋巴结主动摄取 SC 的能力大大降低,但尚能被蓝染发现。因此,对于部分 SPECT/CT 未显示而蓝染法显示 SLN 的患者,应警惕存在淋巴结宏转移的可能。

本研究显示,对于腋窝区淋巴结,蓝染法检出率高于 SPECT/CT,但蓝染法比 SPECT/CT 多发现的 8 枚腋窝区淋巴结中,除了 3 枚宏转移淋巴结,其余均为病理阴性。可能因淋巴系统对非常小的染料颗粒的被动摄取要快于对放射性 SC 的被动摄取,因而蓝染法更灵敏,部分显影的下一站淋巴结亦被认为是 SLN,这样一来增加了病理分析的工作量,多检出部分无临床意义的淋巴结^[13]。相对蓝染法而言,SPECT/CT 检出结果更精确、可靠,可避免部分不必要的术中操作及术后病理诊断。笔者建议对于同时被蓝染法及 SPECT/CT 检出 SLN 的患者,活组织检查 SLN 的枚数以 SPECT/CT 显示为准。SLN 的引流有多种模式^[15],不同的淋巴通道或许有助于解释 SLN 在不同方法中检出率的不同。最常见的乳腺淋巴引流途径是:位于乳房外侧和上部大部分淋巴液经胸大肌外侧缘淋巴管引流至腋窝淋巴结,再流向

锁骨下淋巴结。本研究检出的大部分 SLN 均位于腋窝区各组,与乳腺淋巴液常见引流途径基本符合。其他少见的淋巴引流途径有:一部分乳房内侧淋巴液经肋间淋巴管流向胸骨旁内乳淋巴结,继而引流至锁骨上淋巴结;淋巴管穿过腋窝或内乳淋巴链的中途淋巴结,如胸肌间淋巴结、乳腺实质内淋巴结(乳腺内淋巴结)^[14]。本研究结果显示,对于非腋窝区淋巴结,SPECT/CT 要优于蓝染法,尤其是内乳淋巴结的显示,而且 SPECT/CT 较蓝染法多发现的非腋窝区淋巴结,其病理阳性率也很高。由于内乳淋巴及其他少见的淋巴引流途径的引流量低于腋窝淋巴,且主要引流乳腺深部的淋巴^[14,16],术中蓝染法短时间内仅能显示引流快的腋窝淋巴结,而术前 SPECT/CT 可通过适当延长显像时间来探测腋窝以外的淋巴结。部分学者认为内乳淋巴结转移可以改变相当数量患者的辅助治疗方案,并具有独立的预后意义,在肿瘤分期和辅助治疗等方面具有重要价值^[16-18]。因此,SPECT/CT 在非腋窝淋巴结的检出方面,较蓝染法具有更高的临床应用价值^[19-20]。此外,蓝染法因不明 SLN 位置,操作上具有一定的盲目性,手术损伤大,术中费时较多^[7]。SPECT/CT 能够更直观、精确地显示 SLN 的位置,一方面通过横断面测量 SLN 到体表的垂直距离明确淋巴结的深度,另一方面通过正位及侧位标记,使术者能够更直观、准确的探查至 SLN,提高 SLNB 的成功率。

本研究应用 SPECT/CT,能够更准确的识别与定位 SLN,提高 SLN 的检出率,弥补平面显像的不足,并通过标注解剖位置及体表定位,避免了蓝染法探测的盲目性。此外,SPECT/CT 在提高 SLN 的检出率及探测非腋窝 SLN 方面,较蓝染法显示出明显优势。因此,在目前广泛应用蓝染法的基础上,有条件的医院应大力推广应用 SPECT/CT 定位 SLN。

参 考 文 献

- [1] Lauridsen MC, Garne JP, Sørensen FB, et al. Sentinel lymph node biopsy in breast cancer-experience with the combined use of dye and radioactive tracer at Aarhus University Hospital [J]. Acta Oncol, 2004, 43(1):20-26.
- [2] Gillard C, Franken P, Darcourt J, et al. Surgical guidance by freehand SPECT for sentinel lymph node biopsy in early stage breast cancer: A preliminary study [J]. Gynecol Obstet Fertil, 2016, 44(9):487-491.
- [3] Rauch P, Merdin JL, Leufflen L, et al. Limited effectiveness of patent blue dye in addition to isotope scanning for identification of sentinel lymph nodes: cross-sectional real-life study in 1 024 breast cancer patients [J]. Int J Surg, 2016, 9(33):177-181.
- [4] 王磊,胡旭东,李济宇,等. 术前淋巴显像在乳腺癌前哨淋巴结活检中的作用[J/CD]. 中华乳腺病杂志(电子版), 2008, 2(2):157-164.
- [5] Estourgie SH, Nieweg OE, Olmos RA, et al. Lymphatic drainage patterns from the breast [J]. Ann Surg, 2004, 239(2):232-237.
- [6] 杨国仁,王永胜,张鹏,等. ^{99m}Tc-SC 显像联合蓝染法探测乳腺癌前哨淋巴结[J]. 中华核医学杂志, 2003, 23(3):136-138.
- [7] He PS, Li F, Li GH, et al. The combination of blue dye and radioisotope versus radioisotope alone during sentinel lymph node biopsy for breast cancer: a systematic review [J]. BMC Cancer, 2016, 16:107.
- [8] Zetterlund L, Gabrielson S, Axelsson R, et al. Impact of previous surgery on sentinel lymph node mapping: hybrid SPECT/CT before and after a unilateral diagnostic breast excision [J]. Breast, 2016, 30:32-38.
- [9] Frusciante V, Niccoli AA, Castriotta G, et al. Added value of SPECT/CT over planar imaging in improving sentinel node detection in breast cancer patients [J]. Recent Prog Med, 2016, 107(8):444-449.
- [10] Lerman H, Lievshitz G, Zak O, et al. Improved sentinel node identification by SPECT/CT in overweight patients with breast cancer [J]. J Nucl Med, 2007, 48(2):201-206.
- [11] Lerman H, Metser U, Lievshitz G, et al. Lymphoscintigraphic sentinel node identification in patients with breast cancer: the role of SPECT-CT [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2006, 33(3):329-337.
- [12] Lerch H, Jigalin A, Gasthaus K, et al. Three-dimensional localization of sentinel lymph nodes using combined emission and transmission SPECT data [J]. Clin Nucl Med, 2003, 28(1):1-4.
- [13] 章英剑,潘张弛,周敏,等. 乳腺癌前哨淋巴结显像研究[J]. 中华核医学杂志, 2003, 23(4):197-200.
- [14] 陈志军,谭丽玲,孙正魁,等. 乳腺癌前哨淋巴结核素显像的影响因素[J]. 实用癌症杂志, 2015, 30(10):1449-1452.
- [15] Kern KA. Lymphoscintigraphic anatomy of sentinel lymphatic channels after subareolar injection of Technetium 99m sulfur colloid [J]. J Am Coll Surg, 2001, 193(6):601-608.
- [16] Madsen E, Gobardhan P, Bongers V, et al. The impact on postsurgical treatment of sentinel lymph node biopsy of internal mammary lymph nodes in patients with breast cancer [J]. Ann Surg Oncol, 2007, 14(4):1486-1492.
- [17] Kawase K, Gayed IW, Hunt KK, et al. Use of lymphoscintigraphy defines lymphatic drainage patterns before sentinel lymph node biopsy for breast cancer [J]. J Am Coll Surg, 2006, 203(1):64-72.
- [18] Carcoforo P, Sortini D, Feggi L, et al. Clinical and therapeutic importance of sentinel node biopsy of the internal mammary chain in patients with breast cancer: a single-center study with long-term follow-up [J]. Ann Surg Oncol, 2006, 13(10):1338-1343.
- [19] Piatto JR, Filassi JR, Dela Vega AJ, et al. SPECT-CT-guided thoracoscopic biopsy of sentinel lymph nodes in the internal mammary chain in patients with breast cancer: a pilot study [J]. Innovations (Phila), 2016, 11(2):94-98.
- [20] Pouw B, Hellingman D, Kieft M, et al. The hidden sentinel node in breast cancer: reevaluating the role of SPECT/CT and tracer reinjection [J]. Eur J Surg Oncol, 2016, 42(4):497-503.

(收稿日期:2016-08-19)

(本文编辑:刘军兰)

卢承慧,王叙馥,王国明,等. 单光子发射计算机断层显像/CT 在乳腺癌前哨淋巴结探测中的应用[J/CD]. 中华乳腺病杂志(电子版), 2018, 12(1):27-31.