



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.018  
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.018  
Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(11):1627-1632.

· 临床研究 ·

## 吲哚菁绿与纳米碳在乳腺癌前哨淋巴结活检中的对比研究

邹伟伟, 白玉, 王希龙, 程凯, 孙洪光, 武孟孟, 李高峰, 杨振林

(滨州医学院附属医院 甲状腺乳腺外科, 山东 滨州 256603)

### 摘要

**目的:** 比较吲哚菁绿(IGG)、纳米碳混悬注射液在乳腺癌前哨淋巴结(SLN)示踪中的应用效果。  
**方法:** 选择2013年11月—2016年7月收治乳腺癌行前哨淋巴结活检(SLNB)的患者136例,其中以IGG为示踪剂者60例(IGG组),以纳米碳混悬注射液为示踪剂者76例(纳米碳组)。比较两组的相关指标。  
**结果:** 两组基本临床资料差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ); IGG组与纳米碳组SLN的检出率(96.67% vs. 100%)、灵敏度(89.47% vs. 95.83%)、假阴性率(10.53% vs. 4.17%)、准确率(93.33% vs. 98.68%),组间差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ ); IGG组较纳米碳组SLN检出数目少(3.17枚 vs. 3.92枚,  $P=0.000$ ),但检出时间短(25.72 min vs. 49.29 min,  $P=0.000$ ); 年龄、体质指数(BMI)并不影响两种方法的SLN检出率及SLNB准确率(均 $P>0.05$ )。  
**结论:** IGG与纳米碳混悬注射液示踪乳腺癌SLN具有相似的效能,并且均操作简便,便于推广实施。

**关键词** 乳腺肿瘤; 前哨淋巴结活组织检查; 吲哚花青绿; 纳米粒子, 碳  
中图分类号: R737.9

## Comparison of indocyanine green and carbon nanoparticles for detection of sentinel lymph nodes in breast cancer

ZOU Weiwei, BAI Yu, WANG Xilong, CHENG Kai, SUN Hongguang, WU Mengmeng, LI Gaofeng, YANG Zhenlin

(Department of Thyroid, Breast Surgery, Affiliated Hospital, Binzhou Medical University, Binzhou, Shandong 256603, China)

### Abstract

**Objective:** To compare the efficacy of indocyanine green (IGG) with that of carbon nanoparticles suspension injection for detection of sentinel lymph nodes (SLNs) in breast cancer.  
**Methods:** One-hundred and thirty-six patients with early breast cancer undergoing sentinel lymph node biopsy (SLNB) from November 2013 to July 2016 were enrolled. Of the patients, IGG was used as a tracer in 60 cases (IGG group) and carbon nanoparticles suspension injection was used in the other 76 cases (nano-carbon group). The relevant variables between the two groups were compared.  
**Results:** The general clinical data showed no statistical difference between the two group of patients (all  $P>0.05$ ). Between IGG group and nano-carbon group, all the parameters that included the detection rate of the SLNs (96.67% vs. 100%), sensitivity (89.47% vs. 95.83%), accuracy (93.33% vs. 98.68%) and false negative rate (10.53%

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(81173601); 滨州医学院科技计划资助项目(BY2013KJ06); 滨州医学院科研计划与科研启动基金资助项目(BY2015KJ23)。

**收稿日期:** 2016-08-26; **修订日期:** 2016-10-17。

**作者简介:** 邹伟伟, 滨州医学院附属医院主治医师, 主要从事乳腺、甲状腺疾病基础与临床方面的研究(白玉并列第一作者)。

**通信作者:** 杨振林, Email: yzhlin@126.com

vs. 4.17%) had no statistical difference (all  $P>0.05$ ). The number of detected SLNs in ICG group was less than that in nano-carbon group (3.17 vs. 3.92,  $P=0.000$ ), but the time for detection in ICG group was significantly shorter than that in nano-carbon group (25.72 min vs. 49.29 min,  $P=0.000$ ). Age and body mass index (BMI) did not affect the detection rate of SLNs and accuracy of SLNB of the two methods (all  $P>0.05$ ).

**Conclusion:** ICG and carbon nanoparticles suspension injection have similar efficiency for detection of SLNs in breast cancer, and both are easy and convenient to use.

**Key words:** Breast Neoplasms; Sentinel Lymph Node Biopsy; Indocyanine Green; Nanoparticles, Carbon  
**CLC number:** R737.9

前哨淋巴结活检 (sentinel lymph node biopsy, SLNB) 应用于腋窝淋巴结阴性的早期乳腺癌腋窝分期已被广泛认可, 大型临床实验 NSABP-B32<sup>[1]</sup> 的结果牢固确立 SLNB 作为腋窝分期精确方法的地位。本研究回顾并选取我科 2013 年 11 月—2016 年 7 月收治的早期乳腺癌行 SLNB 患者 136 例, 其中以吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 为示踪剂者 60 例, 以纳米碳注射液为示踪剂者 76 例, 在前哨淋巴结 (sentinel lymph nodes, SLN) 的检出率、灵敏度、假阴性率、准确率、检出时间等方面进行了比较, 现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

2013 年 11 月—2016 年 7 月, 滨州医学院附属医院甲状腺乳腺外科收治的早期乳腺癌行 SLNB 患者 136 例, 均为女性; 年龄 29~80 岁, 中位年龄 49.5 岁。且需满足以下条件: (1) 经术前穿刺活检或术中冷冻病理证实为乳腺癌, 且分期为 TisN<sub>0</sub>M<sub>0</sub> 及 cT<sub>1-2</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub> 患者; (2) 既往无腋窝手术史; (3) 既往胸壁及乳房无放射治疗史。ICG 组和纳米碳组患者基线资料比较, 差异无统计学差异 ( $P>0.05$ ) (表 1)。

表 1 ICG 组和纳米碳组患者基线资料比较 [ $n$  (%) ]

Table 1 Comparison of baseline data between Indocyanine Green group and Nano Carbon group [ $n$  (%) ]

资料	ICG 组 ( $n=60$ )	纳米碳组 ( $n=76$ )	$\chi^2$	$P$	资料	ICG 组 ( $n=60$ )	纳米碳组 ( $n=76$ )	$\chi^2$	$P$	
年龄 (岁)					ER					
≤ 60	32 (53.3)	51 (67.1)	2.67	0.102	阳性	48 (80.0)	51 (67.1)	2.82	0.09	
> 60	28 (46.7)	25 (32.9)			阴性	12 (20.0)	25 (32.9)			
病理类型					PR					
浸润性导管癌	46 (76.7)	56 (73.7)	0.16	0.69	阳性	42 (70.0)	51 (67.1)	0.13	0.72	
非浸润性导管癌	14 (23.3)	20 (26.3)			阴性	18 (30.0)	25 (32.9)			
肿瘤位置					Her-2					
右侧乳房	25 (41.7)	31 (40.8)	0.01	0.92	阳性	18 (33.0)	22 (28.9)	0.018	0.89	
左侧乳房	35 (58.3)	45 (59.2)			阴性	42 (70.0)	54 (71.1)			
所在象限					Ki-67					
外上象限	34 (56.7)	33 (43.4)	3.71	0.45	1~14	20 (33.3)	26 (34.2)	0.012	0.92	
外下象限	8 (13.3)	17 (22.4)			> 14	40 (66.7)	50 (65.8)			
内上象限	11 (18.3)	14 (18.4)			淋巴结转移情况					
内下象限	4 (6.7)	9 (11.8)			无	41 (68.3)	53 (69.7)	0.03	0.86	
乳晕区	3 (5.0)	3 (3.9)			有	19 (31.7)	23 (30.3)			
临床肿瘤大小					手术方式					
Tis	8 (13.3)	12 (15.8)	0.44	0.80	乳房切除	50 (83.8)	64 (84.2)	0.02	0.89	
T <sub>1</sub>	30 (50.0)	40 (52.6)			保乳	10 (16.7)	12 (15.8)			
T <sub>2</sub>	22 (36.7)	24 (31.6)			BMI (kg/m <sup>2</sup> )					
肿瘤组织学分级					< 18.5	6 (10.0)	8 (10.5)	0.49	0.78	
I	4 (6.7)	6 (7.9)	18.5~25	30 (50.0)	42 (55.7)					
II	43 (71.7)	48 (63.2)	>25	24 (40.0)	26 (34.2)					
III	5 (8.3)	10 (13.2)								

## 1.2 材料

注射用 ICG: 25 mg/支, 丹东医创药业有限责任公司; 纳米碳混悬注射液(卡纳琳): 0.5 mL/支, 重庆莱美医药有限公司; 近红外荧光探测仪: 明德医药公司。

## 1.3 方法

ICG组: (1) 10 mL注射器抽取9 mL注射用水稀释ICG粉剂; (2) 1 mL注射器抽取稀释后的ICG溶液0.1 mL, 并用注射用水稀释至1 mL备用; (3) 于乳晕区上、下、内、外真皮层内及肿瘤区皮肤真皮层内注射备用的ICG, 注意要打起皮丘, 并避免ICG外溢; (4) 快速关闭手术灯, 使用近红外摄像系统采集图像, 淋巴管显影后, 在皮肤上标记淋巴管走行方向及消失的位置; (5) 在近腋窝淋巴管消失的标记处远端皮肤做切口, 在红外探头引导下寻找并切除荧光的淋巴结, 视为前哨淋巴结。

纳米碳组: (1) 1 mL空针抽取纳米碳混悬注射液; (2) 分别于乳晕区皮下、肿瘤区皮下、肿瘤组织周围腺体内注射纳米碳混悬注射液, 注射时先回抽确保无回血; (3) 30 min后再行前哨淋巴结活检术, 首先寻找腋窝黑染的淋巴管, 再循染色淋巴管走行解剖至黑染淋巴结, 解剖过程中勿损伤淋巴管, 将黑染淋巴结切除, 标记为前哨淋巴结。

全部淋巴结均送冷冻病理及常规石蜡病理检查。前哨淋巴结未查见癌转移者, 不行腋窝淋巴结清扫, 或仅行低位腋窝淋巴结清扫。前哨淋巴结出现癌转移者, 行常规腋窝淋巴结清扫。

## 1.4 SLNB 技术标准

按照美国Louisville大学SLNB的标准进行评价<sup>[2]</sup>: 灵敏度=(SLN阳性例数/腋窝淋巴结转移例数)×100%; 准确率=(SLN真阳性和真阴性例数

之和/SLN总例数)×100%; 假阴性率=(SLN假阴性例数/腋窝淋巴结转移例数)×100%。

## 1.5 腋窝淋巴结有无转移的判断

淋巴结是否转移以病理诊断结果为标准, 以下情况视为腋窝淋巴结转移: (1) SLN转移和/或腋窝淋巴结有转移; (2) SLN无转移但腋窝淋巴结有转移。

## 1.6 统计学处理

统计学分析采用SPSS 17.0软件进行, 分类资料比较采用 $\chi^2$ 检验, 定量资料采用 $t$ 检验, 所有数据均按 $\alpha=0.05$ 水准,  $P<0.05$ 为有统计学差异。

## 2 结果

### 2.1 两组在 SLN 中的检出结果比较

ICG组: 所有患者均未出现局部及全身不良反应; 自ICG注射至切除SLN的时间为18~35 min, 平均时间为25.72 min; 共检出SLN 190枚, 平均3.17枚; 60例患者中检出SLN者58例, 检出率为96.67%; SLNB准确率为93.33%、灵敏度为89.47%、假阴性率为10.53%; 纳米碳组: 所有患者亦未出现局部及全身不良反应; 自纳米碳注射至SLN检出时间为41~59 min, 平均49.29 min, 共检出SLN 299枚, 平均3.92枚; 76例患者均能检出SLN, 检出率为100%; SLNB的准确率为98.68%、灵敏度为95.83%、假阴性率为4.17%。SLN检出率、SLNB准确率、灵敏度、假阴性率两组间无统计学差异( $P>0.05$ ); 纳米碳注射至SLN检出时间与ICG组相比, 时间明显延长、检出数目多, 差异均有统计学意义( $P<0.05$ ) (表2)。

表 2 ICG、纳米碳在乳腺癌 SLNB 中的效果评价

Table 2 Efficacy evaluation of ICG and nano-carbon in breast cancer SLNB

项目	ICG	纳米碳	$\chi^2/t$	P
SLN 检出率 (%)	96.67 (58/60)	100 (76/76)	0.45	0.42
SLN 数目 ( $\bar{x} \pm s$ )	3.17 ± 0.93	3.92 ± 0.87	11.15	0.000
灵敏度 (%)	89.47 (17/19)	95.83 (23/24)	0.66	0.42
假阴性率 (%)	10.53 (2/19)	4.17 (1/24)	0.66	0.42
SLNB 准确率 (%)	93.33 (56/60)	98.68(75/76)	2.71	0.1
注射后到SLN检出时间 [min, 平均值(范围)]	25.72 (18~35)	49.29 (41~59)	32.94	0.000

### 2.2 两组 SLN 检出率与年龄及提质量指数关系

对ICG组及纳米碳组患者按年龄及体质量指数(body mass index, BMI)分层并进行亚组分析,

ICG组中年龄<60岁者, SLN检出率为96.88%, 准确率为93.75%; 年龄>60岁者, SLN检出率为96.43%, 准确率为92.86%; 以上指标与纳米碳

组比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对于 BMI $\leq 25$  的患者, ICG 组 SLN 检出率为 97.22%, 准确率为 97.22%, BMI $>25$  者, SLN 检出率为

95.83%, 准确率为 87.5%, 以上与纳米碳组比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ) (表 3)。

表 3 年龄及 BMI 对 ICG 与纳米碳在乳腺癌 SLNB 效果的影响

Table 3 Influences of age and BMI on the SLNB efficacy of ICG and nano-carbon in breast cancer

因素	SLN 检出率 (%)		$\chi^2$	P	SLNB 准确率 (%)		$\chi^2$	P
	ICG 组	纳米碳组			ICG 组	纳米碳组		
年龄 (岁)								
$\leq 60$	96.88 (31/32)	100 (51/51)	1.61	0.20	93.75 (30/32)	100 (51/51)	3.27	0.07
$> 60$	96.43 (27/28)	100 (25/25)	0.91	0.34	92.86 (26/28)	96 (24/25)	0.24	0.62
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )								
$\leq 25$	97.22 (35/36)	100 (50/50)	1.41	0.24	97.22 (35/36)	100 (50/50)	1.41	0.24
$> 25$	95.83 (23/24)	100 (26/26)	1.11	0.29	87.5 (21/24)	96.15 (25/26)	3.46	0.06

### 3 讨论

乳腺癌 SLNB 方法主要有放射性核素法、染料法、联合法 3 种<sup>[3]</sup>。放射性核素法是标准方法, 但它需要特殊的、昂贵的试剂和设备, 并且术前准备复杂, 因此该方法的临床应用受到限制<sup>[4]</sup>。2005 年, Kitai 等<sup>[5]</sup>首先报道了 ICG 用于乳腺癌 SLNB 的研究。此后, Hirsche 等<sup>[6]</sup>报道了使用 ICG 行乳腺癌 SLNB 的检出率为 97.7%, 敏感性为 94.4%, Aoyama 等<sup>[7]</sup>报道, 单独应用 ICG 做为示踪剂, SLN 检出率为 100%, 平均检出 SLN 3.41 枚, 与本研究报道基本一致。ICG 作为 SLN 示踪剂, 具有较高的检出率及敏感性。Ballardini 等<sup>[8]</sup>进行的一项 ICG 与放射性核素在乳腺癌 SLNB 中一致性与实验性研究显示, 两者 SLN 的检出率、检出数目一致性好, 而且前者更容易开展。郭文斌等<sup>[9]</sup>报道了单独使用 ICG 时 SLN 检出率明显高于使用美兰 (97.2% vs. 81.3%,  $P<0.05$ ), 假阴性率两者相当 ( $P>0.05$ )。从以上的研究可以看出, 相对于放射性核素及美兰, ICG 优势明显。

纳米碳是一种全新的特异性淋巴示踪剂, 据 Hagiwara 等<sup>[10]</sup>报道, 纳米碳平均直径为 150 nm, 具有高度的淋巴系统趋向性, 当其注射至局部组织时, 可迅速进入淋巴管, 并被巨噬细胞吞噬, 滞留集聚于淋巴结, 使淋巴结染成黑色, 并且滞留时间较长。纳米碳颗粒基本不进入血管, 过敏等不良反应罕见。颜博等<sup>[11]</sup>报道了 156 例乳腺癌患者使用纳米碳行 SLNB 时, SLN 检出率为 97.4%, 准确率为 92.3%, 灵敏度为 86.7%, 略低于本研

究报道。林启谋等<sup>[12]</sup>报道, 与亚甲蓝相比, 纳米碳 SLN 检出率明显增高 (96.9% vs. 86.4%,  $P<0.05$ )。纳米碳目前已广泛应用于胃癌、结直肠癌、乳腺癌、甲状腺癌<sup>[13-16]</sup>等疾病, 在示踪淋巴结方面显示出了独特的优势。

目前尚未见到 ICG 与纳米碳在乳腺癌 SLNB 中对比研究的报道。付明刚等<sup>[17]</sup>认为, 乳晕下注射时, SLN 检出率高于肿瘤周围注射。本研究中, 为提高 SLN 准确率与检出率, ICG 采用乳晕区及肿瘤区真皮内注射, 纳米碳采用乳晕区皮下及瘤周腺体组织内注射。李涌涛等<sup>[18]</sup>对于 SLN 阳性个数 1 枚、病灶 $\leq 2$  cm, 且 Ki-67 低表达的早期乳腺癌患者, 建议免于行腋窝淋巴结清扫术。本研究中, 对于 SLN 转移者, 行第一、二站腋窝淋巴结清扫。

本研究中, ICG 组与纳米碳组患者基线资料对比, 差异无统计学意义, 具有可比性。ICG 组 SLN 的检出率为 96.67%, 准确率为 93.33%, 平均检出数目为 3.17 枚, 与张贾震男等<sup>[19]</sup>报道的 ICG 联合美兰法基本一致, 提示 ICG 单独使用或联合美兰, 效能基本一致。本研究中, ICG 组假阴性率为 10.53%, 略高于 ICG 联合美兰法<sup>[19]</sup>; ICG 组的灵敏度为 89.47%, 略低于 ICG 联合美兰法<sup>[19]</sup>, 原因可能与本研究入组患者较少有关, 亦或提示 ICG 联合美兰可以降低 SLNB 假阴性率、提高 SLNB 的灵敏度。纳米碳组在检出率、灵敏度、假阴性率等方面略高于 ICG 组, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 原因可能与纳米碳法检出的 SLN 数目较多有关。

本研究中, 纳米碳组 SLN 平均检出数目为



3.92枚, ICG组为3.17枚, 纳米碳组多于ICG组 ( $P=0.000$ )。推测原因可能为染料注射方式不同及检测原理不同所致。乳腺真皮层内有丰富的淋巴管网, 这是ICG荧光探测的基础, 但除了真皮层淋巴管网外, 乳腺腺体组织内亦有丰富的淋巴管, 并且与真皮层淋巴管网交通, 因此, 纳米碳可以兼顾真皮层及腺体内的淋巴引流, 可以检出更多的淋巴结。而ICG由于荧光强度较弱的原因, 探测深度有限, 只能探测皮下淋巴管的淋巴引流。

本研究发现, 在SLN检出时间上, ICG组短于纳米碳组 (25.72 min vs. 49.29 min,  $P=0.000$ ), 考虑为两种活检方式的操作差异所致。当ICG注射于皮内时, 皮内淋巴管即刻显影, 荧光探测仪可见淋巴管逐渐由注射部位向腋窝方向显影, 这个过程非常短, 一般在1 min之内。而注射纳米碳后, 需等待约30 min方可进行SLNB操作, 过早操作时SLN可能尚未显影, 操作过晚时, 可能检出许多非SLN。注射后等待时间明显影响了纳米碳法SLN的检出时间, 不过术前可以提前30 min注射, 以缩短手术等待时间。

随着年龄增长, 乳腺组织逐渐退化并被脂肪组织取代, 乳腺血运、皮肤淋巴回流、皮肤及皮下脂肪厚度等亦发生变化。肥胖患者乳腺脂肪组织增多, 亦可能成为影响ICG与纳米碳显影的不利因素。有研究<sup>[20]</sup>提出, BMI与SLN检出失败率是相关的。本研究发现, ICG组及纳米碳组患者中, 年龄(60岁前后)及BMI(25 kg/m<sup>2</sup>前后)因素对于SLNB的检出率、准确率并无明显差异。这与Sugie等<sup>[21]</sup>研究结果一致。

使用ICG行SLNB对外科医师的要求不高, 不需要复杂的仪器设备, 示踪剂价格低廉、容易获得。纳米碳作为全新的特异性淋巴示踪剂, 在示踪淋巴结方面较亚甲蓝具有明显而独特的优势。本研究发现, ICG与纳米碳在乳腺癌SLNB中效能相当, 这两种方法均具有SLN检出率高、准确率高、灵敏度高、假阴性率低的特点, 并且学习曲线相对简单<sup>[22]</sup>, 便于在基层医院推广实施。

#### 参考文献

[1] Krag DN, Anderson SJ, Julian TB, et al. Sentinel-lymph-node resection compared with conventional axillary-lymph-node dissection in clinically node-negative patients with breast cancer:

overall survival findings from the NSABP B-32 randomised phase 3 trial[J]. *Lancet Oncol*, 2010,11(10):927-933.

[2] Creager AJ, Geisinger KR. Intraoperative evaluation of sentinel lymph nodes for breast carcinoma: current methodologies[J]. *Adv Anat Pathol*, 2002, 9(4):233-243.

[3] 马英路, 袁凯, 张坤, 等. 前哨淋巴结活检在用于早期乳腺癌治疗可行性的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2011, 20(11):1244-1246.

Ma YL, Yuan K, Zhang K, et al. Advances in sentinel lymph node biopsy in the treatment of early breast cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2011, 20(11):1244-1246.

[4] Aliakbarian M, Memar B, Jangjoo A, et al. Factors influencing the time of sentinel node visualization in breast cancer patients using intradermal injection of the radiotracer[J]. *Am J Surg*, 2011, 202(2):199-202.

[5] Kitai T, Inomoto T, Miwa M, et al. Fluorescence navigation with indocyanine green for detecting sentinel lymph nodes in breast cancer[J]. *Breast Cancer*, 2005, 12(3):211-215.

[6] Hirsche C, Murawa D, Mohr Z, et al. ICG fluorescent-guided sentinel node biopsy for axillary nodal staging in breast cancer[J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2010, 121(2):373-378.

[7] Aoyama K, Kamio T, Ohchi T, et al. Sentinel lymph node biopsy for breast cancer patients using fluorescence navigation with indocyanine green[J]. *World J Surg Oncol*, 2011, 9:157. doi: 10.1186/1477-7819-9-157.

[8] Ballardini B, Santoro L, Sangalli C, et al. The indocyanine green method is equivalent to the 99mTc-labeled radiotracer method for identifying the sentinel node in breast cancer: a concordance and validation study[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2013, 39(12):1332-1336.

[9] 郭文斌, 高伟, 刘金涛, 等. 吲哚菁绿荧光导航技术在乳腺癌前哨淋巴结活检中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(5):658-662.

Guo WB, Gao W, Liu JT, et al. Application of indocyanine green fluorescence navigation in sentinel lymph node biopsy for breast cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(5):658-662.

[10] Hagiwara A, Takahashi T, Sawai K, et al. Lymph nodal vital staining with newer carbon particle suspensions compared with India ink: experimental and clinical observations[J]. *Lymphology*, 1992, 25(2):84-89.

[11] 颜博, 葛洁, 张斌, 等. 纳米碳在乳腺癌前哨淋巴结活检中的临床应用[J]. *中国肿瘤临床*, 2011, 38(21):1335-1337.

Yan B, Ge J, Zhang B, et al. Application of a Carbon Nanoparticle Suspension Injection into the Mammary Gland in the Sentinel Lymph Node Biopsy for Breast Cancer[J]. *Chinese Journal of Clinical Oncology*, 2011, 38(21):1335-1337.

- [12] 林启谋, 周毅, 李勇. 纳米碳在乳腺癌前哨淋巴结活检中的应用研究[J]. 吉林医学, 2012, 33(26):5616-5617.  
Lin QM, Zhou Y, Li Y. Application of carbon nanoparticles in sentinel lymph node biopsy of breast cancer[J]. Jilin Medical Journal, 2012, 33(26):5616-5617.
- [13] 曹永宽, 王永华, 刘立业, 等. 手助腹腔镜胃癌淋巴结清扫规范性的临床研究[J]. 中国普通外科杂志, 2012, 21(10):1187-1190.  
Cao YK, Wang YH, Liu LY, et al. Standardization of lymph node dissection in hand-assisted laparoscopic radical gastrectomy for stomach cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2012, 21(10):1187-1190.
- [14] 郭文斌, 高伟, 刘金涛, 等. 纳米碳对乳腺癌腋窝前哨淋巴结活检的应用价值[J]. 中国普通外科杂志, 2012, 21(11):1346-1349.  
Guo WB, Gao W, Liu JT, et al. Application value of carbon nanoparticle in axillary sentinel lymph node biopsy for breast cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2012, 21(11):1346-1349.
- [15] 段绪伟, 李真龙, 许坚. 纳米碳示踪剂在甲状腺癌根治术中的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2015, 24(5):638-642.  
Duan XW, Li ZL, Xu J. Application of carbon nanoparticle tracer in radical neck dissection for thyroid cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(5):638-642.
- [16] 叶轲, 李新营, 常实, 等. 纳米碳在腔镜下甲状腺癌手术中的临床应用[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(5):653-658.  
Ye K, Li XY, Chang S, et al. Clinical application of carbon nanoparticles in endoscopic surgery for thyroid carcinoma[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(5):653-658.
- [17] 付明刚, 刘莎, 郭丽英. 乳晕下与肿瘤周围注射示踪剂定位乳腺癌前哨淋巴结的Meta分析[J]. 中国普通外科杂志, 2015, 24(5):663-668.  
Fu MG, Liu S, Guo LY. Subareolar versus peritumoral tracer injection for location of sentinel lymph node in breast carcinoma: a Meta-analysis[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(5):663-668.
- [18] 李涌涛, 张晨光, 王晓文, 等. 早期乳腺癌前哨淋巴结阳性腋窝进一步处理的探讨[J]. 中国普通外科杂志, 2015, 24(11):1536-1540.  
Li YT, Zhang CG, Wang XW, et al. Requirement analysis for further axillary treatment after positive sentinel lymph node biopsy findings in early breast cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(11):1536-1540.
- [19] 张贾震男, 欧江华, 张晨光, 等. 联合吲哚菁绿荧光法与蓝染法行乳腺癌前哨淋巴结活检的临床研究[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(5):705-710.  
Zhang JZN, Ou JH, Zhang CG, et al. Combined tracing method of indocyanine green fluorescence and methylene blue dyeing in sentinel lymph node biopsy of breast cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(5):705-710.
- [20] Hirano A, Kamimura M, Ogura K, et al. A comparison of indocyanine green fluorescence imaging plus blue dye and blue dye alone for sentinel node navigation surgery in breast cancer patients[J]. Ann Surg Oncol, 2012, 19(13):4112-4116.
- [21] Sugie T, Sawada T, Tagaya N, et al. Comparison of the indocyanine green fluorescence and blue dye methods in detection of sentinel lymph nodes in early-stage breast cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2013, 20(7):2213-2218.
- [22] 黄胜超, 陈小东, 丁洪飞, 等. 早期浸润性乳腺癌前哨淋巴结活体学习曲线分析[J]. 中国普通外科杂志, 2013, 22(11):1410-1413.  
Huang SC, Chen XD, Ding HF, et al. Analysis of the learning curve for sentinel lymph node biopsy in early-stage invasive breast cancer[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2013, 22(11):1410-1413.

( 本文编辑 宋涛 )

本文引用格式: 邹伟伟, 白玉, 王希龙, 等. 吲哚菁绿与纳米碳在乳腺癌前哨淋巴结活检中的对比研究[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(11):1627-1632. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.018

Cite this article as: Zou WW, Bai Y, Wang XL, et al. Comparison of indocyanine green and carbon nanoparticles for detection of sentinel lymph nodes in breast cancer[J]. Chin J Gen Surg, 2016, 25(11):1627-1632. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.018