

· 临床研究 ·

影响乳腺癌新辅助化疗后前哨淋巴结活检准确率的因素

袁杰¹, 张华¹, 王群¹, 王蓓¹, 黄军¹, 杨丽², 王明华¹

1. 湖北医药学院附属太和医院乳腺甲状腺血管外科, 湖北 十堰 442000;

2. 湖北医药学院附属太和医院检验部, 湖北 十堰 442000

摘要: **目的** 探讨影响乳腺癌患者新辅助化疗(NAC)后前哨淋巴结活检(SLNB)准确率的因素,并进行分析。**方法** 收集十堰市太和医院2020年1月至2022年9月完成乳腺癌NAC并接受SLNB和腋窝淋巴结清扫的患者184例,分析NAC后患者通过纳米炭联合亚甲蓝的双染法进行SLNB的示踪效果,并对影响因素进行logistic回归分析。**结果** NAC后行SLNB的检出率为98.9%(182/184),假阴性率为17.5%(14/80),准确率为92.3%(168/182),灵敏度82.5%(66/80),病理完全缓解率为18.5%(34/184)及前哨淋巴结(SLN)转移率为36.3%(66/182);SLNB与腋窝淋巴结清扫后的结果一致性较高(Kappa=0.841, P<0.01);不同的初始腋窝淋巴结临床状态、SLN总数及肿瘤分子分型在NAC后SLNB的假阴性率差异有统计学意义(P<0.05)。初始腋窝淋巴结的临床状态和肿瘤位置是影响NAC后SLNB准确率的独立因素(P<0.05)。**结论** SLNB能够准确地反映初始腋窝淋巴结临床阴性患者的腋窝淋巴结转移状态,而初诊腋窝淋巴结阳性的患者,无论NAC后腋窝淋巴结临床状态是否变为阴性,均不建议行SLNB。

关键词: 乳腺癌; 前哨淋巴结活检; 腋窝淋巴结清扫; 新辅助化疗

中图分类号: R737.9 文献标识码: B 文章编号: 1674-8182(2023)11-1683-05

Factors influencing the accuracy of sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer

YUAN Jie*, ZHANG Hua, WANG Qun, WANG Bei, HUANG Jun, YANG Li, WANG Minghua

* Department of Endocrine and Vascular Surgery, Taihe Hospital, Hubei University of Medicine, Shiyan, Hubei 442000, China

Corresponding author: WANG Minghua, E-mail: wangmh1970@163.com

Abstract: Objective To investigate and analyze the factors affecting the accuracy of sentinel lymph node biopsy (SLNB) after neoadjuvant chemotherapy (NAC) in breast cancer patients. **Methods** A total of 184 patients with breast cancer who underwent SLNB and axillary lymph node dissection after NAC from January 2020 to September 2022 were collected from Taihe Hospital. The tracer effect of SLNB by carbon nanoparticles combined with methylene blue in patients after NAC was analyzed, and the influencing factors were examined by logistic regression analysis. **Results** The detection rate of SLNB after NAC was 98.9% (182/184), with a false-negative rate of 17.5% (14/80), accuracy of 92.3% (168/182), sensitivity of 82.5% (66/80), pathological complete response rate of 18.5% (34/184), and sentinel lymph node (SLN) metastasis rate of 36.3% (66/182). The consistency between SLNB and axillary lymph node dissection results was high (Kappa=0.841, P<0.01). The false-negative rate of SLNB after NAC differed significantly in terms of initial axillary lymph node clinical status, total SLN count, and tumor molecular subtype (P<0.05). Initial axillary lymph node clinical status and tumor location were independent factors affecting the accuracy of SLNB after neoadjuvant chemotherapy (P<0.05). **Conclusion** SLNB may accurately predict axillary lymph node metastasis after NAC in patients with negative axillary lymph node for a preliminary diagnosis. Patients with positive axillary lymph node for a preliminary diagnosis are unsuitable for SLNB whether the clinical status of axillary lymph

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2023.11.017

基金项目: 湖北省教育厅科研计划指导性项目(B2020365); 湖北省十堰市太和医院院级科研项目(2022JXXM034)

通信作者: 王明华, E-mail: wangmh1970@163.com

出版日期: 2023-11-20

nodes turns negative or not after NAC.

Keywords: Breast cancer; Sentinel lymph node biopsy; Axillary lymph node dissection; Neoadjuvant chemotherapy

Fund program: Hubei Provincial Department of Education Research Plan Guidance Project (B2020365); Shiyan Taihe Hospital Hospital-level Research Project (2022JJXM034)

新辅助化疗(neoadjuvant chemotherapy, NAC)可以使无法手术或不可保乳的乳腺癌患者顺利完成手术,且可指导后期用药,因此被用于治疗局部晚期乳腺癌患者^[1]。研究表明三阴性及人表皮生长因子受体-2(HER-2)阳性乳腺癌患者 NAC 后若能达到病理完全缓解(pathological complete response, pCR)则预后更佳,因此目前 NAC 也被用于治疗三阴性及 HER-2 阳性的早期乳腺癌患者^[2]。

前哨淋巴结活检(sentinel lymph node biopsy, SLNB)已替代腋窝淋巴结清扫(axillary lymph node dissection, ALND)成为临床腋窝淋巴结阴性早期乳腺癌的首选方式。清扫腋窝淋巴结对腋窝淋巴结未转移的乳腺癌患者的局部复发率及总生存率均无明显提高,但清扫手术可能造成上肢淋巴水肿及肢体麻木等不良反应^[3]。有研究表明,NAC 可能影响淋巴回流途径,引起淋巴管纤维化,进而阻塞淋巴管,减弱示踪剂的效果,导致 NAC 后 SLNB 的检出率降低;此外,NAC 破坏淋巴回流途径,而且腋窝转移的淋巴结可能对化疗的反应不均衡,导致 SLNB 的假阴性率升高和准确率下降^[4]。因此对于 NAC 后 SLNB 的可行性目前尚存争议。本研究拟通过研究太和医院采用目前可及的 SLNB 方法在 NAC 后乳腺癌患者中的示踪效果,同时分析相关的影响因素,探讨在基层医院开展 NAC 后 SLNB 的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2020 年 1 月至 2022 年 9 月于十堰市太和医院乳腺甲状腺血管外科确诊为乳腺癌且进行 NAC 后接受手术的患者 184 例。所有患者均通过乳房肿物空心针穿刺活检确诊,并经全身检查排除远处转移。临床体检和(或)影像学检查提示腋窝淋巴结异常的患者均接受超声引导下淋巴结空心针穿刺活检。初始腋窝淋巴结临床阳性(N_+)指影像学检查或临床体检异常,且穿刺病理学检查证实为转移;初始腋窝淋巴结临床阴性(N_-)指影像学检查或临床体检未发现异常,或影像学检查或临床体检异常,但穿刺病理学检查并非转移。入组患者需完成既定的 NAC 方案,一般为 6~8 周期,方案主要为 TAC(多西他赛+多柔比星+环磷酰胺)、EC-T(表柔比星+环磷酰胺-多西他

赛)、EC-THP(表柔比星+环磷酰胺-多西他赛+曲妥珠单抗+帕妥珠单抗)、TCbHP(多西他赛+卡铂+曲妥珠单抗+帕妥珠单抗)。NAC 结束后行根治性手术前进行疗效评估,NAC 后腋窝淋巴结的临床状态判断仅依据影像学检查或临床体检,未经穿刺病理学检查证实。排除标准:既往腋窝手术、放疗史。

入组患者年龄为 27~67 岁,平均 46.6 岁,其中 ≤ 50 岁占 66.3%(122/184), >50 岁占 33.7%(62/184);绝经前 118 例(64.1%),绝经后 66 例(35.9%);初始肿瘤分期 T_1 期 14 例(7.6%), T_2 期 148 例(80.4%), T_3 期 14 例(7.6%), T_4 期 8 例(4.3%);初始淋巴结分期 N_0 期 116 例(64.1%), N_1 期 58 例(31.5%), N_2 期 8 例(4.3%), N_3 期 2 例(1.1%);肿瘤分子分型 Luminal A 型 18 例(9.8%),Luminal B 型 86 例(46.7%);HER-2 阳性型(HR 阳性或阴性)46 例(25.0%),三阴性 34 例(18.5%)。本研究获得十堰市太和医院伦理委员会批准(2023KS12),患者均在手术前签署知情同意书。

1.2 SLNB 方法 采用纳米炭联合亚甲蓝双染料示踪法。术前 30 min 经乳头路径往乳头深部注射纳米炭 0.5 mL,术前 15 min 同法注射亚甲蓝 1 mL,轻柔注射部位。切开皮肤、皮下组织,沿蓝染的淋巴管找到蓝染或黑染的淋巴结,切除后送检。手术常规行 ALND 及乳房根治性切除术或保乳手术。

1.3 SLNB 的评估 前哨淋巴结(sentinel lymph node, SLN)及清扫的腋窝淋巴结均接受病理学检查,石蜡切片发现孤立肿瘤细胞、微转移及宏转移均认为淋巴结阳性。SLN 和(或)清扫的腋窝淋巴结阳性判定为腋窝淋巴结阳性(ALND 阳性)。检出率=SLN 检出例数/实施 SLN 例数 $\times 100\%$;假阴性率=SLN 假阴性例数/腋窝淋巴结阳性例数 $\times 100\%$;准确率=(SLN 真阳性例数+真阴性例数)/SLN 检出例数 $\times 100\%$;灵敏度=SLN 阳性例数/腋窝淋巴结阳性例数 $\times 100\%$;pCR 率=NAC 后达到 pCR 例数/实施 NAC 例数 $\times 100\%$;SLN 转移率=SLN 阳性例数/SLN 检出例数 $\times 100\%$ 。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 软件分析数据。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示;计数资料以例(%)表示,比较采用 χ^2 检验;一致性分析采用 Kappa 检验,对影响因素筛选采用 logistic 回归分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SLNB 的检出率、假阴性率、准确率、灵敏度、pCR 率及 SLN 转移率 入组的患者均完成既定方案的 NAC,通过双染料示踪法进行 SLNB,术前与患者沟通无论 SLNB 结果是否为阳性,均行 ALND,SLNB 与 ALND 的结果见表 1。SLNB 的整体检出率为 98.9% (182/184),假阴性率为 17.5% (14/80),准确率为 92.3% (168/182),灵敏度为 82.5% (66/80),pCR 率为 18.5% (34/184) 及 SLN 转移率为 36.2% (66/182)。SLNB 与 ALND 的结果进行一致性检验,Kappa 值为 0.841 ($P < 0.01$),表明 SLNB 与 ALND 的一致性程度非常好。

2.2 SLNB 的假阴性率的分层分析 入组 184 例患者仅 2 例未检出 SLN,由于检出率较高,仅做简单的统计描述,不做进一步的统计学分析。初始腋窝淋巴结阴性的患者 NAC 后行 SLNB,假阴性率的差异有统计学意义 ($P < 0.05$);NAC 后淋巴结阴性与阳性患者,假阴性率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。此外,发现腋窝淋巴结临床阳性 (N_+) 经过 NAC 后降期为临床阴性 (N_-) 的 24 例患者中假阴性率高达 66.7% (4/6);SLN 总数 ≥ 3 枚组的假阴性率为 12.9% (8/62),而 SLN 总数 < 3 枚组的假阴性率为 33.3% (6/18),差异有统计学意义 ($\chi^2 = 4.033, P < 0.05$);不同分子分型患者的假阴性率差异有统计学意义 ($\chi^2 = 15.809, P < 0.01$)。此外,结果显示患者的年龄、绝经情况、肿瘤大小、肿瘤位置及病理类型对 SLNB 的假阴性率无显著影响 ($P > 0.05$)。完整结果见表 2。

2.3 NAC 后 SLNB 准确率的影响因素分析 NAC 后行 SLNB 的整体准确率为 92.3% (168/182),其中初始腋窝淋巴结阴性的患者的准确率为 96.6% (112/116),而初始腋窝淋巴结阳性患者的准确率为 84.8% (56/66);NAC 后淋巴结临床状态为阴性的患者的准确率为 94.3% (132/140),而 NAC 后淋巴结临床状态为阳性患者的准确率为 85.7% (36/42)。按照事先确定的检验水准,将 $P < 0.2$ 的因素进一步进行多变量 logistic 回归分析。单变量 logistic 回归分析筛选出三个因素:

初始腋窝淋巴结临床状态、肿瘤位置及 SLN 个数,其中初始腋窝淋巴结的临床状态和肿瘤位置是影响活检准确率的相关因素 ($P < 0.05$);通过多变量 logistic 回归分析发现,初始腋窝淋巴结的临床状态和肿瘤位置是影响 NAC 后 SLNB 准确率的独立因素 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 SLNB 与 ALND 的一致性分析 (例)

Tab. 1 Consistency analysis between SLNB and ALND (case)

SLNB	ALND	
	阴性	阳性
阴性	102	14
阳性	0	66

表 2 影响 SLNB 假阴性率的临床因素分层分析

Tab. 2 The correlation between different clinicopathological characteristics of patients and the false negative rate of SLNB

项目	例数	假阴性率 (%)	χ^2 值	P 值
年龄 (岁)				
≤50	122	16.7 (8/48)	0.058	0.810
>50	62	18.8 (6/32)		
绝经情况				
否	118	17.4 (8/46)	0.001	0.976
是	66	17.6 (6/34)		
肿瘤大小 (cm)				
≤5	162	17.1 (12/70)	0.049	0.824
>5	22	20.0 (2/10)		
初始腋窝淋巴结状态				
阴性	116	9.5 (4/42)	3.896	0.048
阳性	68	26.3 (10/38)		
NAC 后淋巴结状态				
阴性	140	16.7 (8/48)	0.058	0.810
阳性	44	18.8 (6/32)		
分子分型				
Luminal A	18	0 (0/8)	15.021	0.001
Luminal B	86	12.5 (6/48)		
HER-2 阳性	46	57.1 (8/14)		
三阴性	34	0 (0/10)		
SLN 个数				
<3	52	33.3 (6/18)	4.033	0.045
≥ 3	132	12.9 (8/62)		
肿瘤位置				
外上象限	110	23.1 (12/52)	2.192	0.139
其他	74	7.1 (2/28)		
组织类型				
浸润性导管癌	172	19.4 (14/72)	0.779	0.377
其他	12	0 (0/8)		

表 3 影响 SLNB 准确率的单变量与多变量 logistic 回归分析

Tab. 3 Univariate and multivariate logistic regression analysis on the accuracy of SLNB

项目	单变量				多变量			
	β	OR 值	SE	P 值	β	OR 值	SE	P 值
初始腋窝淋巴结临床状态	-1.704	0.182	0.633	0.007	-1.668	0.189	0.632	0.008
肿瘤位置	1.978	7.227	0.809	0.014	1.824	6.197	0.791	0.021
SLN 个数	0.813	2.254	0.611	0.183				
常数项	2.310	10.675	0.631	<0.001	2.845	17.199	0.522	<0.001

3 讨论

乳腺癌在基层医院的分布特点是就诊偏晚,导致局部晚期的患者比例较高,随着乳腺癌的规范化诊疗逐步向基层医院推进,基层医院将有更多的乳腺癌患者选择 NAC^[5]。NAC 可使 20%~40%腋窝淋巴结阳性的乳腺癌患者腋窝淋巴结降期达到 pCR,其中对化疗和靶向治疗比较敏感的三阴性和 HER-2 阳性患者,NAC 后腋窝淋巴结的 pCR 率更高^[6],本研究入组的初始腋窝淋巴结阳性的患者经过 NAC 后腋窝淋巴结达到 pCR 者为 41.2%(28/68)。目前对于 NAC 后腋窝淋巴结的处理,尤其是初始腋窝淋巴结阳性患者,NAC 后术前评估无论腋窝淋巴结临床状态是否转阴,均采用 ALND,从而使很多腋窝淋巴结阴性的患者失去保留腋窝的机会^[7]。由于基层医院选择 NAC 的乳腺癌患者比例与腋窝淋巴结降期达到 pCR 的比例均较高,因此 NAC 后腋窝淋巴结转移状态的准确评估对于基层医院尤为重要。

目前缺乏可靠的方法判断 NAC 后腋窝淋巴结缓解情况,若 NAC 后 SLNB 的结果仍能准确反应腋窝淋巴结的病理状态,将使部分经历了 NAC 的局部晚期乳腺癌患者、三阴性型与 HER-2 阳性型的早期乳腺癌患者免于 ALND。目前证据表明初始腋窝淋巴结临床阴性的乳腺癌患者 NAC 后行 SLNB 的结果是安全可靠的,该类患者 NAC 后 SLNB 虽然检出率及假阴性率稍逊于 NAC 前活检,但具有同样的安全性及有效性,且可减少 ALND 的比例^[8]。对于初始腋窝淋巴结临床阴性的乳腺癌患者,欧洲肿瘤内科学会(ESMO)临床实践指南强烈推荐在初步全身治疗后进行 SLNB(Ⅱ级证据)^[9]。然而,部分临床医生仍偏向于在 NAC 前进行 SLNB,优点在于能很好地反应初始腋窝淋巴结状态,指导后续放射治疗,且假阴性率较低,缺点是需要接受化疗前后两次手术,而且不能使 NAC 后腋窝淋巴结达到 pCR 的患者免于 ALND^[10]。本研究发现初始腋窝淋巴结临床阴性的患者 NAC 后 SLNB 的假阴性率为 9.5%,达到假阴性率低于 10%的临床应用标准。

对于初始腋窝淋巴结临床阳性的乳腺癌患者 NAC 后 SLNB 的可行性目前尚存争议^[11]。虽然中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2021 年版)推荐 SLNB 的适应证包括穿刺证实的 cN1 新辅助化疗后腋窝淋巴结临床阴性患者,但前提是必须符合 NAC 前穿刺阳性淋巴结放置标记、采用双示踪剂,而且送检的 SLN 中必须包括标记的淋巴结;此外,对于初始

淋巴结分期为 cN2 期及以上的患者 NAC 后淋巴结降期后 SLNB 的可行性目前缺乏大样本的临床研究^[12]。基层医院尚未常规开展对腋窝淋巴结的标记,因此对于 NAC 前未标记转移淋巴结的临床腋窝淋巴结阳性患者,NAC 后能否通过 SLNB 来判断腋窝淋巴结的转移状态尚缺乏统一意见^[13]。本研究立足于基层医院尚未开展腋窝淋巴结标记及无法实施核素法淋巴结示踪的现状,虽然术中将探查发现的可疑淋巴结一并切除后作为 SLN 送检,但是 NAC 后腋窝淋巴结临床阴性的患者 SLNB 的假阴性率仍然高达 16.7%,未达到临床应用标准;此外,研究发现 SLN 总数 ≥ 3 枚能明显降低 SLNB 的假阴性率,与其他研究结果一致^[14];但是笔者发现,不同分子分型的乳腺癌患者 SLNB 的假阴性率不同,发生假阴性的患者均为 Luminal B 型或 HER-2 阳性型,无 Luminal A 型和三阴性型,这可能与肿瘤的异质性有关^[15],可能原因 Luminal A 型化疗效果最差,三阴性化疗效果最好,而 Luminal B 型与 HER-2 阳性型化疗效果居中,更易出现对化疗的不均衡反应,从而发生 SLNB 的假阴性。

SLNB 首选染料法联合核素法,可提高 SLNB 的成功率和降低 SLNB 的假阴性率。亚甲蓝是最常用的染料,纳米炭作为示踪剂的价值有待考证。临床由于核素的放射性,基层医院难以获得放射性核素使用的审批,因此临床亟需寻找检出率及假阴性率均能达标的替代方案^[16]。近年来吡啶菁绿等荧光示踪剂逐渐显露出其操作简单、安全性及准确性高等优势,但由于探测设备昂贵等原因,基层医院尚未广泛采用,目前使用最为广泛的是亚甲蓝联合纳米炭的双染料法^[17]。染料常规注射部位为肿瘤表面的皮内或皮下、乳晕区皮内或皮下及原发肿瘤周围的乳腺实质内。本研究采用的示踪剂注射方式是经乳头路径乳头深部注射,优势在于术后几乎没有染料残留导致的色素沉着,尤其是保乳和一期重建患者,最大程度保证术后的美观。且研究发现,由于乳头根部富集淋巴管、血管、乳腺管,在此处注射染料行 SLNB,可提高检出率,降低假阴性率^[18]。本研究结果显示,NAC 后 SLNB 的准确率与初始腋窝淋巴结的临床状态和肿瘤位置有关,初始腋窝淋巴结阳性患者的准确率低于初始腋窝淋巴结阴性患者,肿瘤位于外上象限时的准确率明显低于其他象限,可能与靠近腋窝的肿瘤阻断了正常的淋巴回流途径有关。综上,笔者认为初始腋窝淋巴结临床阴性的患者 NAC 后可以实施 SLNB,但对于初始腋窝淋巴结临床阳性的患者,即使 NAC 后腋窝淋巴结临床状态转阴,基层医院目前暂不建议行

SLNB;有条件的医院应该尽可能地标记转移的腋窝淋巴结,而且尽量使SLN总数 ≥ 3 枚,切除术中探查发现的可疑淋巴结作为SLN一同送检;此外,增加样本量进一步研究NAC后SLNB的假阴性率与乳腺癌分子分型的关系。

在个体化的医疗时代,外科医生追求的终极目标是患者创伤最小、获益最大。NAC后SLNB目前仍存在几个关键问题,首先,未经NAC的患者SLNB的假阴性率控制在10%以下即达到临床应用标准,原因在于术后还有化疗及靶向治疗等全身治疗的补充,而NAC后SLNB的假阴性率控制标准仍为10%是否可行,目前缺乏较高级别的研究证据^[19];其次,腋窝淋巴结阳性的患者降期为pCR,能否豁免ALND尚需长期随访数据,目前缺乏相关的前瞻性研究^[20]。本研究分析了通过双染料法在NAC后进行SLNB的示踪效果及影响因素,为乳腺癌的规范诊疗在基层医院的推动提供了数据支撑,但后续仍需更多样本的统计分析及长期随访数据,进一步探索在基层医院开展NAC后SLNB的可行性。

利益冲突 无

参考文献

- [1] An JS, Peng C, Tang HL, et al. New advances in the research of resistance to neoadjuvant chemotherapy in breast cancer[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(17): 9644.
- [2] Asaoka M, Gandhi S, Ishikawa T, et al. Neoadjuvant chemotherapy for breast cancer: past, present, and future[J]. *Breast Cancer*, 2020, 14: 1178223420980377.
- [3] Belmonte R, Messaggi-Sartor M, Ferrer M, et al. Prospective study of shoulder strength, shoulder range of motion, and lymphedema in breast cancer patients from pre-surgery to 5 years after ALND or SLNB[J]. *Support Care Cancer*, 2018, 26(9): 3277-3287.
- [4] Goyal A, Mansel RE. Recent advances in sentinel lymph node biopsy for breast cancer[J]. *Curr Opin Oncol*, 2008, 20(6): 621-626.
- [5] Lee SB, Yu JH, Park H, et al. Sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer with axillary node metastasis: a survey of clinical practice[J]. *Asian J Surg*, 2019, 42(1): 314-319.
- [6] Sheikh F, Nazir A, Yasmeen S, et al. Pathologic complete response in HER2-positive breast cancer patients receiving trastuzumab in neoadjuvant setting[J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2019, 29(2): 159-163.
- [7] Schipper RJ, de Bruijn A, Voogd AC, et al. Rate and predictors of nodal pathological complete response following neoadjuvant endocrine treatment in clinically biopsy-proven node-positive breast cancer patients[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2021, 47(8): 1928-1933.
- [8] Geng C, Chen X, Pan XH, et al. The feasibility and accuracy of sentinel lymph node biopsy in initially clinically node-negative breast cancer after neoadjuvant chemotherapy: a systematic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0162605.
- [9] Cardoso F, Kyriakides S, Ohno S, et al. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up[J]. *Ann Oncol*, 2019, 30(10): 1674.
- [10] 黄珍, 邹德宏, 何向明. 乳腺癌新辅助化疗后前哨淋巴结活检有效性及安全性研究进展[J]. *中国肿瘤*, 2020, 29(3): 211-215. Huang Z, Zou DH, He XM. Effectiveness and safety of sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant chemotherapy for primary breast cancer[J]. *China Cancer*, 2020, 29(3): 211-215.
- [11] Mocellin S, Goldin E, Marchet A, et al. Sentinel node biopsy performance after neoadjuvant chemotherapy in locally advanced breast cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Cancer*, 2016, 138(2): 472-480.
- [12] Boughey JC, Suman VJ, Mittendorf EA, et al. Sentinel lymph node surgery after neoadjuvant chemotherapy in patients with node-positive breast cancer: the ACOSOG Z1071 (Alliance) clinical trial[J]. *JAMA*, 2013, 310(14): 1455-1461.
- [13] Boughey JC, Ballman KV, Le-Petross HT, et al. Identification and resection of clipped node decreases the false-negative rate of sentinel lymph node surgery in patients presenting with node-positive breast cancer (T0-T4, N1-N2) who receive neoadjuvant chemotherapy: results from ACOSOG Z1071 (alliance)[J]. *Ann Surg*, 2016, 263(4): 802-807.
- [14] Kuehn T, Bauerfeind I, Fehm T, et al. Sentinel-lymph-node biopsy in patients with breast cancer before and after neoadjuvant chemotherapy (SENTINA): a prospective, multicentre cohort study[J]. *Lancet Oncol*, 2013, 14(7): 609-618.
- [15] Enokido K, Watanabe C, Nakamura S, et al. Sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant chemotherapy in patients with an initial diagnosis of cytology-proven lymph node-positive breast cancer[J]. *Clin Breast Cancer*, 2016, 16(4): 299-304.
- [16] Van der Vorst JR, Schaafsma BE, Verbeek FPR, et al. Randomized comparison of near-infrared fluorescence imaging using indocyanine green and ^{99m}Tc with or without patent blue for the sentinel lymph node procedure in breast cancer patients[J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(13): 4104-4111.
- [17] Hojo T, Nagao T, Kikuyama M, et al. Evaluation of sentinel node biopsy by combined fluorescent and dye method and lymph flow for breast cancer[J]. *Breast*, 2010, 19(3): 210-213.
- [18] 史曼曼, 陈创, 李娟娟, 等. 纳米炭乳头深部注射在乳腺癌患者前哨淋巴结活检中的应用价值[J]. *广西医学*, 2018, 40(16): 1777-1781. Shi MM, Chen C, Li JJ, et al. Application value of injection with carbon nanoparticles into nipple deeply for sentinel lymph node biopsy in breast cancer patients[J]. *Guangxi Med J*, 2018, 40(16): 1777-1781.
- [19] Chun JW, Kim J, Yong Chung II, et al. Comparison of survival outcomes for axillary surgery extent based on intraoperative sentinel lymph node biopsy result after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer[J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2021, 187(3): 647-655.
- [20] Wong SM, Basik M, Florianova L, et al. Oncologic safety of sentinel lymph node biopsy alone after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28(5): 2621-2629.

收稿日期: 2022-12-29 修回日期: 2023-03-22 编辑: 李方