

# 影像引导真空辅助乳腺穿刺活检诊断 乳腺微钙化的研究

刘 军 黄林平\* 陈 平 王 宁

(中日友好医院乳腺肿瘤中心, 北京 100029)

**【摘要】 目的** 评价影像引导真空辅助空心针乳腺穿刺活检(vacuum-assisted breast biopsy, VAB)在诊断乳腺微钙化中的临床应用价值。 **方法** 2012 年 12 月~2014 年 8 月,对 42 例钼靶诊断乳腺微钙化行 VAB,美国放射学会乳腺影像报告与诊断系统(BI-RADS)分级 3 级 5 例,4 级 34 例,5 级 3 例。其中 31 例钼靶引导,11 例超声引导。 **结果** 42 例活检标本在影像上都能观察到钙化灶并经病理证实,24 例簇状钙化灶完全切除,2 例簇状及 16 例非簇状钙化灶部分切除。病理诊断导管原位癌 13 例,浸润性导管癌 5 例,浸润性小叶癌 1 例,均行手术治疗,其余 23 例病理为良性。钼靶微钙化及超声微钙化诊断乳腺癌的阳性预测值分别为 45.2% (19/42) 及 70.0% (14/20) ( $\chi^2 = 3.337, P = 0.068$ )。超声微钙化诊断乳腺癌的阴性预测值为 77.3% (17/22)。术后并发症包括穿刺部位渗血 1 例,皮下瘀斑 4 例。随访时间 6~26 个月,平均 13 个月。19 例乳腺癌均无复发,23 例良性患者切口愈合良好,乳房外观满意,未发现恶性肿瘤。 **结论** 钼靶能发现超声不能发现的乳腺微钙化灶,钼靶及超声发现的乳腺微钙化灶在乳腺癌的诊断中有重要价值,VAB 诊断乳腺微钙化准确,微创,术后并发症少。

**【关键词】** 影像引导下乳腺穿刺活检; 乳腺钼靶摄影; 微钙化; 超声检查

中图分类号:R655.704

文献标识:A

文章编号:1009-6604(2015)06-0509-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2015.06.008

**Image-guided Vacuum-assisted Breast Biopsy in the Diagnosis of Breast Microcalcifications** Liu Jun, Huang Linping, Chen Ping, et al. Breast Center, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

Corresponding author: Huang Linping, E-mail: hlpsurg@sina.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical value of image-guided vacuum-assisted breast biopsy in the diagnosis of breast microcalcifications. **Methods** From December 2012 to August 2014, image-guided vacuum-assisted breast biopsy was used in 42 patients with breast microcalcifications diagnosed by mammography. According to American College of Radiology Breast Imaging-Reporting and Data System (BI-RADS), there were 5 cases of BI-RADS category 3, 34 cases of BI-RADS category 4, and 3 cases of BI-RADS category 5. During breast biopsy, 31 were guided by mammography and 11 were guided by ultrasound. **Results** In the 42 patients, calcium was visualized by an X-ray of the biopsy specimen, and calcification was reported histopathologically. Twenty-four lesions appeared as clustered calcifications were completely removed, and 2 lesions appeared as clustered calcifications and other lesions were partly removed. Pathological diagnosis showed 13 cases of ductal carcinoma in situ, 5 cases of infiltrating ductal carcinoma, 1 case of infiltrating lobular carcinoma, and 23 cases of benign lesions. All the patients diagnosed as breast cancer received operation. The positive predictive values of microcalcifications detected by mammography and by ultrasound in the diagnosis of breast cancer were 45.2% (19/42) and 70.0% (14/20), respectively ( $\chi^2 = 3.337, P = 0.068$ ). The negative predictive value of microcalcifications detected by ultrasound in the diagnosis of breast cancer was 77.3% (17/22). One patient suffered bleeding at puncture site, and ecchymosis was observed in 4 patients. The average follow-up period was 13 months (range, 6-26 months). No recurrence was found in 19 breast cancer patients. Among the 23 patients with benign lesions, the incision healed well, the appearance of breast was satisfactory, and no signs of malignancy were seen. **Conclusions** Mammography can detect breast microcalcifications that can't be detected by ultrasound. Breast microcalcifications detected by mammography and ultrasound has great value in the diagnosis of breast cancer. Image-guided vacuum-assisted breast biopsy is accurate, minimally invasive, and safe in the diagnosis of breast microcalcifications.

\* 通讯作者, E-mail: hlpsurg@sina.com

【Key Words】 Image-guided breast biopsy; Mammography; Microcalcifications; Ultrasonography

随着钼靶筛查的广泛开展,临床上触诊无法扪及的乳腺微钙化灶的发现越来越多。微钙化灶通常指直径  $<1\text{ mm}$  的钙化灶,是乳腺癌的重要征象,过去,导丝定位切除活检是乳腺微钙化灶诊断的金标准。但由于 63.2% 的钙化灶为良性<sup>[1]</sup>,钢丝定位活检增加了很多不必要的手术,并可能影响乳房的外形。立体定向真空辅助乳腺穿刺活检 (stereotactic vacuum-assisted breast biopsy, SVAB) 具备微创、准确、美容效果好的优势,是诊断乳腺微钙化的首选方法。但 SVAB 需要专门的仪器,并且对乳房的体积及钙化灶的位置有一定要求。对于 SVAB 困难的患者或者没有钼靶定位穿刺仪器的单位,如果超声可以识别钙化,也可以用超声引导下真空辅助乳腺穿刺活检 (ultrasound-guided vacuum-assisted breast biopsy, US-VAB)。2012 年 12 月 ~ 2014 年 8 月,我们在钼靶或超声引导下真空辅助乳腺穿刺活检 (VAB) 诊断乳腺微钙化 42 例,报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 42 例,均为女性,年龄 29 ~ 66 岁,平均 41.5 岁。均由于体检钼靶筛查发现乳腺微钙化灶而就诊,均行双侧乳腺扪诊、乳腺超声及钼靶检查。临床查体均未发现肿块。20 例超声可见乳腺微钙化灶。42 例钼靶均可见乳腺微钙化灶,左侧 26 例,右侧 16 例,其中簇状分布 (范围  $\leq 1\text{ cm}$ ) 26 例 (超声检出 11 例),区域性分布 12 例 (超声检出 9 例),弥漫性分布 3 例 (超声均未检出),节段性分布 1 例 (超声未检出)。钼靶影像根据美国放射学会乳腺影像报告与诊断系统 (BI-RADS) 分级:3 级 5 例,4 级 34 例,5 级 3 例。

病例选择标准:① BI-RADS 5 级必须活检;② BI-RADS 4 级要评估钙化特征,簇状钙化、区域分布钙化、线性钙化、节段性钙化且钙化数目  $>10/\text{cm}^2$  建议活检;③ BI-RADS 3 级建议随诊,如果患者精神压力大,恐惧疾病,强烈要求手术,也可以考虑活检。

### 1.2 方法

1.2.1 仪器设备 俯卧式钼靶立体定位机,美国 Hologic 公司生产;彩色多普勒超声仪,东芝公司生产;麦默通真空辅助乳腺微创旋切系统 (Mammotome System),美国强生公司生产;穿刺针,8G 及 11G,美国强生公司生产。

### 1.2.2 操作方法

1.2.2.1 SVAB 乳腺微钙化活检首选 SVAB。术前均行双乳钼靶照相,确定钙化灶位置。弥漫性钙化及区域性钙化选择钙化最密集处穿刺。患者俯卧,乳房自然下垂,根据钙化灶位置调整夹板方向并固定乳房。0° 方向摄 Scout 位片,确认钙化灶位于投照野内,如果钙化灶位于投照野周边,调整夹板位置;+15° 及 -15° 分别摄 Stereo 位片,通过两个方向确定穿刺靶点,并计算靶点的三维坐标 (图 1A、B)。连接麦默通系统及穿刺针,穿刺手柄及穿刺针固定于钼靶机托架,将穿刺针移动至穿刺靶点。1% 利多卡因 2 ~ 5 ml 局麻,在穿刺点做 3 ~ 5 mm 切口,根据靶点三维坐标,将穿刺针刺入乳房内,摄片确定靶点位于穿刺针前方。击发穿刺针,拍片确认靶点位于穿刺针刀槽或其附近。根据钙化位置旋转穿刺针并逐次旋切组织。旋切完毕后,行乳房摄片,确认钙化灶已切除或部分切除,取出穿刺针,并将旋切下的组织摄片,确认旋切标本内有钙化灶 (图 1C、D)。乳房穿刺点压迫止血 10 分钟,用弹力绷带加压包扎 3 天。标本送常规石蜡病理检查。

1.2.2.2 US-VAB SVAB 困难而超声可以识别微钙化时采用 US-VAB。仰卧位,超声定位钙化灶位置,选择合适的穿刺点并做好标记。常规消毒铺巾,超声引导下用 1% 利多卡因 10 ~ 20 ml 在钙化灶各个方向局部浸润麻醉。在预定穿刺点用尖刀切开 3 ~ 5 mm,超声引导下将旋切刀刺入钙化灶后方,调整位置并旋转旋切刀,确定刀槽对准病灶。超声监测下开始旋切病灶,并将穿刺针做扇形旋转,多次旋切,旋切标本摄片确定标本内含有钙化灶 (图 2)。旋切结束后局部压迫 10 分钟,弹力绷带加压包扎 3 天。标本送常规石蜡病理检查。

1.2.3 后续治疗及随诊 术后根据病理结果决定后续治疗。如为乳腺癌,则行乳腺切除或保乳手术,同时行前哨淋巴结活检或腋窝淋巴结清扫,术后 3 年内每 4 ~ 6 个月复查一次,观察有无局部复发及远处转移;如为良性病变,则术后 3 个月复查一次,此后每半年复查一次,观察 VAB 术后并发症及复发情况。

## 2 结果

31 例 SVAB 操作时间 40 min ~ 2.5 h,平均 86 min,其中旋切过程 10 ~ 50 min。旋切标本在影像上都能观察到钙化灶并经病理证实。对比术前钼靶及术后乳房摄片,21 例簇状钙化灶 (范围  $\leq 1\text{ cm}$ ) 中

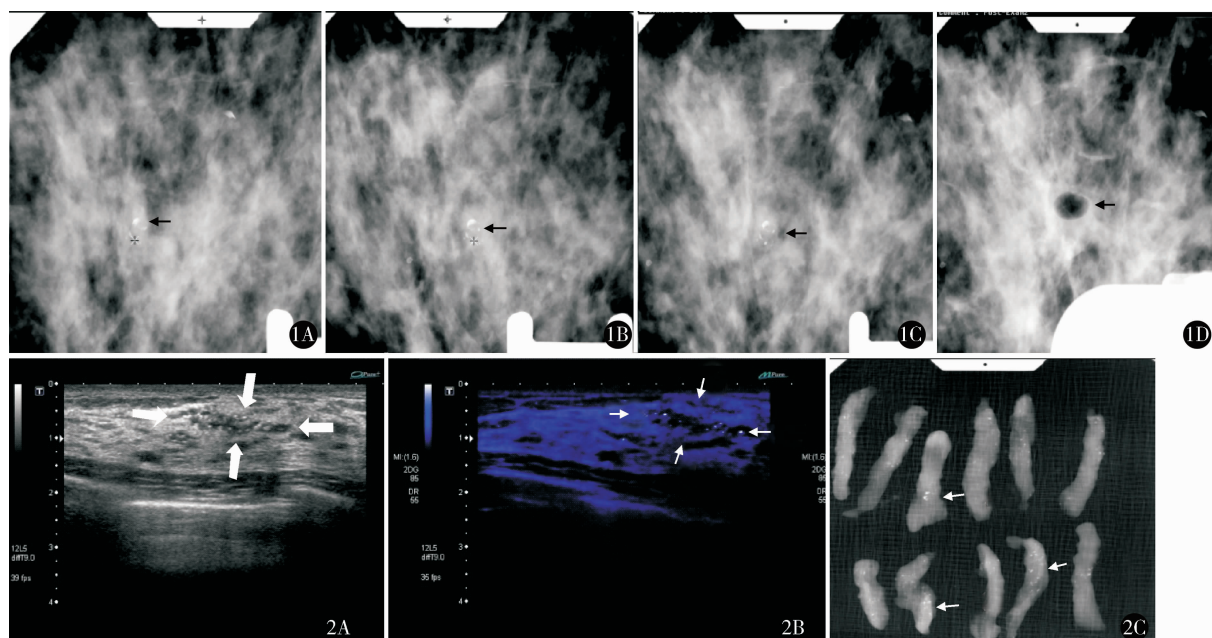


图 1 SVAB A、B 为穿刺前 Stereo 位片,确定钙化灶位置及穿刺靶点坐标;C、D 分别为穿刺前及穿刺后 Scout 位片,确认钙化灶已切除。箭头标记处为微钙化灶位置 图 2 US-VAB A. 超声可见乳腺微钙化;B. 微钙化超声表现(萤火虫技术);C. 活检标本摄片可见钙化。箭头标记处为微钙化灶位置

Figure 1 Stereotactic vacuum-assisted breast biopsy. A, B: Stereo image before puncture showed the position of calcifications and puncture target location; C, D: The pre-biopsy image and post-biopsy image showed the calcifications were completely removed. White arrow showed the position of microcalcifications. Figure 2 Ultrasound-guided vacuum-assisted breast biopsy. A: Breast microcalcifications detected by ultrasound; B: Microcalcifications detected by ultrasound (firefly technology); C: Specimen mammography showed that aimed microcalcifications were retrieved. White arrow showed the position of microcalcifications.

19 例影像上完全切除,2 例部分切除;其余 10 例钙化灶均部分切除。

11 例 US-VAB 操作时间 15 ~ 35 min,平均 21 min,其中旋切过程 5 ~ 10 min。旋切标本在影像上都能观察到钙化灶并经病理证实。5 例簇状钙化灶(范围  $\leq 1$  cm)影像上完全切除,另外 6 例区域性分布钙化灶部分切除。

术后病理诊断导管原位癌 13 例(1 例伴微浸润),1 例因腋窝有肿大淋巴结行乳腺癌改良根治术,其余 12 例均行乳腺切除、前哨淋巴结活检;浸润性导管癌 5 例,4 例行乳腺切除、前哨淋巴结活检,1 例行乳腺癌改良根治术;浸润性小叶癌 1 例,行乳腺切除、前哨淋巴结活检;不典型增生伴微钙化灶形成 1 例,乳腺纤维腺瘤 1 例,其余 21 例为乳腺腺病(均可见钙化,其中 1 例病灶表现为纤维囊性增生,7 例伴不同程度的导管上皮增生,3 例伴微囊肿形成,2 例伴纤维腺瘤形成,1 例伴导管内乳头状瘤形成),未做其他处理。

超声能检测出微钙化 20 例,区域性钙化检出率最高,为 75% (9/12),簇状钙化检出率次之,为

42.3% (11/26),弥漫性钙化及节段性钙化检出率为 0 (0/3,0/1)。术后病理为导管原位癌 10 例,浸润性导管癌 4 例,纤维腺瘤 1 例,乳腺腺病 5 例。超声不能检测出钙化的 22 例,术后病理为导管原位癌 3 例,浸润性导管癌 1 例,浸润性小叶癌 1 例,不典型增生伴微钙化 1 例,乳腺腺病 16 例。不同钼靶表现的病理结果见表 1,微钙化对诊断乳腺癌的意义见表 2,钼靶微钙化及超声微钙化诊断乳腺癌的阳性预测值分别为 45.2% 及 70.0% ( $\chi^2 = 3.337, P = 0.068$ )。

42 例术后均无感染。1 例术后穿刺部位渗血,重新加压包扎后止血满意。4 例皮下有 2 ~ 4 cm 的瘀斑,均在 3 个月内自然吸收。无伤口附近血肿形成。随访时间 6 ~ 26 个月,平均 13 个月。19 例乳腺癌均无复发;23 例良性患者伤口愈合良好,乳房外观满意,未发现恶性肿瘤。

### 3 讨论

钼靶发现的乳腺微钙化是乳腺癌的常见表现之一,具有重要的临床意义。但由于其通常不可扪及,给准确的定位活检带来困难。SVAB 具备准确、微

表 1 不同钼靶表现的病理结果

Table 1 Correlations between type of mammographic abnormality and the pathological diagnosis

钼靶	导管原位癌	浸润性导管癌	浸润性小叶癌	良性
Mammography	Ductal carcinoma in situ	Infiltrating ductal carcinoma	Infiltrating lobular carcinoma	Benign lesions
BI-RADS 分级 (BI-RADS category)				
5 (n = 3)	3	0	0	0
4 (n = 34)	10	5	1	18
3 (n = 5)	0	0	0	5
钙化分布 Distribution of calcification				
簇状 Cluster (n = 26)	9	2	1	14
节段 Segmental (n = 1)	1	0	0	0
弥漫 Diffuse (n = 3)	0	0	0	3
区域 Regional (n = 12)	3	3	0	6

表 2 微钙化对诊断乳腺癌的意义

Table 2 Significance of microcalcification in the diagnosis of breast cancer

研究方法		病理诊断 Pathological diagnosis		阳性预测值	阴性预测值
		恶性 Malignant	良性 Benign	Positive predictive value	Negative predictive value
钼靶微钙化					
Microcalcification detected by mammography	+	19	23	45.2% (19/42)	—
超声微钙化					
Microcalcification detected by ultrasound	+	14	6	70.0% (14/20)	77.3% (17/22)
	—	5	17		
钼靶微钙化 BI-RADS 分级					
BI-RADS category of microcalcification detected	4,5	19	18	51.4% (19/37)	—
by mammography	3	0	5		

创、美容效果好的特点,是诊断不可触及的乳腺微钙化灶的最佳方法。但是 SVAB 对乳房的体积及钙化灶的位置有一定要求,对于 SVAB 困难的患者,如果超声可以识别钙化,也可以采用 US-VAB。

3.1 乳腺微钙化的临床意义

乳腺钙化是指乳腺组织内的钙沉积,其形成有多种原因,可能由于肿瘤分泌的钙盐沉积、导管内癌坏死、良性肿瘤以及血管钙化等。临床上通常将直径 <1 mm 的钙化定义为微钙化。乳腺微钙化灶是早期乳腺癌的重要征象,很多乳腺癌在尚不能扪及的时候就可以通过钼靶发现乳腺微钙化<sup>[1]</sup>,对于这些患者来说,微钙化是唯一的诊断依据。但是乳腺微钙化并不是乳腺癌的特异征象,对乳腺微钙化灶良恶性的鉴别可以从钙化的形态和分布两方面考虑。据 Burnside 等<sup>[2]</sup>的研究结果,从形态来看,粗大异形钙化恶性概率为 7%,点状钙化为 11%,无定型钙化为 20% ~ 26%,细小多形性钙化为 25% ~ 41%,线性和分枝状钙化 > 80%;从分布来看,簇状分布钙化恶性概率为 36%,区域分布为 46%,线性分布为 68%,节段性分布为 78%。弥散分布的均匀的双乳钙化通常是良性病变,但也应该警惕合并恶性钙化。

在本研究中,钼靶微钙化对乳腺癌的阳性预测

值为 45.2%,超声微钙化为 70.0%,超声未见微钙化的 22 例中有 5 例为乳腺癌,提示在乳腺癌筛查中,钼靶具有重要价值。

钼靶 BI-RADS 3 级 5 例,均为良性,4,5 级共 37 例,癌变 19 例。如以钼靶 BI-RADS 4 级及以上为标准预测乳腺癌风险,则阳性预测值为 51.4%,提示 4 级及以上的微钙化灶乳腺癌可能性较大。钼靶钙化分布也与乳腺癌预测有一定关系,弥漫性钙化 3 例,均为良性,簇状钙化灶 26 例,恶变率为 46.2%,区域性钙化灶 12 例,恶变率为 50%,节段性钙化仅有 1 例,为恶性。因此,评估微钙化灶癌变风险要结合 BI-RADS 分级及钙化的特征,我们认为以下情况癌变风险大,应行活检:①BI-RADS 5 级;②BI-RADS 4 级且超声能识别;③BI-RADS 4 级的簇状钙化、区域分布钙化。

3.2 不同方式 VAB 的选择

SVAB 是诊断乳腺微钙化的首选方法,但其对乳房的体积及钙化灶的位置有一定要求,并且需要专门的仪器,操作步骤复杂,手术时间较长,目前只有少数医院能够开展。

相比于 SVAB,US-VAB 有很多优势。首先,患者可以平躺在手术台上,乳房不需要局部加压;其次,操作过程没有放射线,操作也比较简单,耗时少,

可以实时观察到钙化灶的切除情况;另外,大部分医院都具备 US-VAB 所需的超声,更适宜广泛开展。

US-VAB 的主要缺点在于超声辨别微钙化灶比较困难。目前钼靶仍然是诊断微钙化灶的金标准。由于微钙化灶很小,与周围组织对比不明显,超声不易识别,并且部分超声发现的钙化灶不能在钼靶上显示。在本研究中,微钙化灶超声检出率只有 47.6% (20/42)。因此,由于超声只能发现部分钙化灶,我们在适应证的选择上比较慎重,如果 SVAB 穿刺困难,而超声又能够清晰辨别微钙化灶,我们才采用 US-VAB。

### 3.3 VAB 的准确性

VAB 对乳腺微钙化诊断准确,可以避免不必要的手术,是首选的活检方法。相比于空心针穿刺活检,由于 VAB 取材量更大<sup>[3]</sup>,可以提供更准确的病理诊断。Penco、Huang 等<sup>[1,4]</sup>报道,SVAB 的敏感性为 99.7% ~ 100%,假阴性率为 1.7% ~ 7.1%,优于弹射式空心针活检的 84% 和 21%。目前对 US-VAB 的研究较少。Kim、Cho、Hahn 等<sup>[5~7]</sup>报道其诊断乳腺微钙化准确率为 94.4% ~ 95.9%。在本研究中,全部乳腺癌均经 VAB 证实,良性病变随诊期间未发现恶性肿瘤。

活检标本中是否有钙化非常重要,如果没有取到钙化,就可能遗漏重要的病变<sup>[8]</sup>。而能否准确取得钙化与活检方法及活检标本数目有关<sup>[9]</sup>。在同一区域用弹射式空心针多次穿刺后,标本内组织量就会减少<sup>[9]</sup>,而 VAB 可以更容易地在同一个区域取到 6 ~ 12 条组织。11G SVAB 只有 0 ~ 5% 不能取到钙化<sup>[10~12]</sup>,14G 弹射式空心针为 0 ~ 16%<sup>[10,11]</sup>。在本研究中,活检标本中都有钙化,其中 26 例簇状钙化中 24 例在影像上全部切除,这可能是我们准确率较高的原因。

SVAB 诊断的导管原位癌有 0 ~ 17.8% 在手术后诊断升级为浸润性癌<sup>[1,4]</sup>,而 US-VAB 诊断的原位癌 0 ~ 18.8% 会在手术后诊断升级为浸润性癌<sup>[5~7]</sup>。原位癌诊断升级与活检时是否切除全部钙化有关。钙化部分切除时,原位癌诊断升级率为 23%,而钙化全部切除时仅为 5.6%<sup>[1]</sup>。本研究中共诊断原位癌 13 例,其中 1 例合并微浸润,原位癌升级率为 0。9 例原位癌为簇状钙化,其中 8 例钙化全部切除。另外 4 例原位癌为区域性分布钙化及节段性分布钙化,钙化部分切除。本研究中原位癌升级率低可能与取材量多及钙化灶大多被完全切除有关。

### 3.4 VAB 操作体会

3.4.1 SVAB 操作体会 我们体会 SVAB 应该特别

注意以下几方面:①术前仔细查阅钼靶片,确定钙化灶的位置,争取让钙化灶位于视野中央。②穿刺前让患者选择合适的体位,以免患者术中移动造成病灶位置改变。挤压乳房时,压力要适当,以患者能够耐受,且乳房不能推动并保持一定张力为宜。③穿刺针击发后,如果刀槽与目标点有偏移,可以通过手动微调  $x$ 、 $y$ 、 $z$  坐标来校正,如果偏移距离过大,原则上应退针,重新定位及穿刺。但我们观察到,由于皮肤及皮下组织有一定弹性,将针退至皮下后调整位置重新进针可以避免多做切口并达到同样的效果。④旋切标本时,要注意首先选择钙化最密集的方向。因为如果术中损伤小动脉,局部出血可能会造成病灶移位,从而影响手术。旋切下的标本,肉眼大多可见微小钙化颗粒,若没有发现钙化颗粒,应注意核对影像,确认钙化灶已切除。⑤旋切结束后,应常规对乳房及旋切标本摄片,并与原钼靶 X 线片进行对比,确认活检可靠。

3.4.2 US-VAB 操作体会 US-VAB 的难点在于辨别微钙化灶。尽管随着超声技术的改进,特别是萤火虫技术的引进,微钙化灶的检出率增加<sup>[13]</sup>,但是 Yi 等<sup>[14]</sup>观察到微钙化灶的检出率仍然只有 23.9% (33/138)。我们的体会是穿刺前先根据钼靶确定钙化灶位置,接着仔细用超声寻找钙化灶,并利用萤火虫技术协助辨别以提高微钙化灶检出率。在本研究中,微钙化灶超声检出率为 47.6% (20/42)。对于簇状分布钙化,由于钙化灶很小,注射利多卡因时距离病灶要有一定距离,以免局部水肿后影响观察。为了提高准确率,旋切时至少要取 6 条组织;对于簇状分布钙化,要尽量全部切除钙化灶,并对钙化灶周围组织扩大切除;对于区域性分布钙化,由于病变范围较大,取材要多,必要时可多点取材,以免遗漏病变。

### 3.5 VAB 手术并发症

VAB 的手术并发症主要为出血及感染。其中瘀斑发生率为 2.2%,血肿为 0.8% ~ 1.1%<sup>[15,16]</sup>。感染发生率较低,为 0 ~ 0.1%<sup>[16,17]</sup>。本组无感染发生,5 例出现不同程度的出血,其中 1 例术后穿刺部位渗血,4 例皮下 2 ~ 4 cm 瘀斑,均对症治愈,无血肿形成。

钼靶及超声发现的乳腺微钙化灶在乳腺癌的诊断中有重要价值,影像引导下 VAB 诊断准确,微创美观,术后并发症少,是目前诊断乳腺微钙化的最佳方法。

### 参考文献

- 1 Penco S, Rizzo S, Bozzini AC, et al. Stereotactic vacuum-assisted

- breast biopsy is not a therapeutic procedure even when all mammographically found calcifications are removed: analysis of 4086 procedures. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 195 (5) : 1255 – 1260.
- 2 Burnside ES, Ochsner JE, Fowler KJ, et al. Use of microcalcification descriptors in BI-RADS 4th edition to stratify risk of malignancy. *Radiology*, 2007, 242 (2) : 388 – 395.
- 3 Kettritz U. Minimally Invasive Biopsy Methods-Diagnostics or Therapy? Personal Opinion and Review of the Literature. *Breast Care (Basel)*, 2011, 6 (2) : 94 – 97.
- 4 Huang PC, Cheung YC, Lo YF, et al. A comparison of spring-loaded and vacuum-assisted techniques for stereotactic breast biopsy of impalpable microcalcification lesions: experience at Chang Gung Memorial Hospital at Linkou. *Chang Gung Med J*, 2011, 34 (1) : 75 – 83.
- 5 Kim HS, Kim MJ, Kim EK, et al. US-guided vacuum-assisted biopsy of microcalcifications in breast lesions and long-term follow-up results. *Korean J Radiol*, 2008, 9 (6) : 503 – 509.
- 6 Cho N, Moon WK, Cha JH, et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy of microcalcifications detected at screening mammography. *Acta Radiol*, 2009, 50 (6) : 602 – 609.
- 7 Hahn SY, Shin JH, Han BK, et al. Sonographically-guided vacuum-assisted biopsy with digital mammography-guided skin marking of suspicious breast microcalcifications: comparison of outcomes with stereotactic biopsy in Asian women. *Acta Radiol*, 2011, 52 (1) : 29 – 34.
- 8 Cho N, Moon WK, Chang JM, et al. Ultrasonography-guided vacuum-assisted biopsy of microcalcifications: Comparison of the diagnostic yield of calcified cores and non-calcified cores on specimen radiographs. *Acta Radiol*, 2010, 51 (2) : 123 – 127.
- 9 O' Flynn EA, Wilson AR, Michell MJ. Image-guided breast biopsy: state-of-the-art. *Clin Radiol*, 2010, 65 (4) : 259 – 270.
- 10 Jackman RJ, Rodriguez-Soto J. Breast microcalcifications: retrieval failure at prone stereotactic core and vacuum breast biopsy-frequency, causes, and outcome. *Radiology*, 2006, 239 (1) : 61 – 70.
- 11 Berg WA, Arnoldus CL, Teferra E, et al. Biopsy of amorphous breast calcifications: pathologic outcome and yield at stereotactic biopsy. *Radiology*, 2001, 221 (2) : 495 – 503.
- 12 Gümüş H, Gümüş M, Devalia H, et al. Causes of failure in removing calcium in microcalcification-only lesions using 11-gauge stereotactic vacuum-assisted breast biopsy. *Diagn Interv Radiol*, 2012, 18 (4) : 354 – 359.
- 13 李 婧, 陈 坤, 丁红宇. 超声“萤火虫”技术在乳腺肿瘤诊断与鉴别诊断中应用价值初探. *医学影像学杂志*, 2011, 21 (6) : 857 – 859.
- 14 Yi J, Lee EH, Kwak JJ, et al. Retrieval rate and accuracy of ultrasound-guided 14-G semi-automated core needle biopsy of breast microcalcifications. *Korean J Radiol*, 2014, 15 (1) : 12 – 19.
- 15 Lee SH, Kim EK, Kim MJ, et al. Vacuum-assisted breast biopsy under ultrasonographic guidance: analysis of a 10-year experience. *Ultrasonography*, 2014, 33 (4) : 259 – 266.
- 16 Agacayak F, Ozturk A, Bozdogan A, et al. Stereotactic vacuum-assisted core biopsy results for non-palpable breast lesions. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2014, 15 (13) : 5171 – 5174.
- 17 Park HL, Hong J. Vacuum-assisted breast biopsy for breast cancer. *Gland Surg*, 2014, 3 (2) : 120 – 127.

(收稿日期: 2015-02-28)

(修回日期: 2015-04-23)

(责任编辑: 王惠群)