

不同年资医师应用自动乳腺超声诊断系统结合 CAD 对乳腺恶性病灶的诊断价值

闫静茹 杨珊灵 宋宏萍 高喜璨

摘要 **目的** 探讨不同年资医师应用计算机辅助诊断系统(CAD)辅助自动乳腺超声诊断系统(ABUS)对于诊断乳腺恶性病灶的价值。**方法** 收集行 ABUS 检查的乳腺病灶患者 1452 例,其中,恶性 270 例,共 282 个病灶;良性 674 例,共 695 个病灶;阴性 508 例。比较 6 名医师(3 名低年资医师与 3 名高年资医师)使用 CAD 系统前后的诊断敏感性、特异性、受试者工作特征(ROC)曲线下面积及平均阅读时间。**结果** 应用 CAD 前,低年资医师与高年资医师诊断恶性病灶的敏感性分别为 87%、93%,使用 CAD 后均提高至 94%,低年资医师使用 CAD 前、后诊断敏感性比较差异有统计学意义($P<0.05$),高年资医师差异无统计学意义。6 名医师在使用 CAD 系统前后诊断特异性无变化。低年资医师在使用 CAD 系统后的诊断准确率有所提高,曲线下面积由 0.85 提高至 0.89,差异有统计学意义($P<0.05$);而高年资医师在使用 CAD 系统后,虽然 ROC 曲线下面积由 0.91 提高至 0.92,但差异无统计学意义。所有医师使用 CAD 后的平均阅读时间均有不同程度的延长,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 虽然使用 CAD 后的平均阅读时间有所延长,但在可接受范围内,ABUS 结合 CAD 能大大提高超声医师诊断乳腺恶性病灶的准确率和敏感性,且对低年资医师帮助更大。

关键词 自动乳腺超声诊断系统;计算机辅助诊断系统;乳腺肿瘤,良恶性;医师,不同年资

[中图法分类号]R445.1;R737.9

[文献标识码]A

Value of computer-aided detection combined with automated breast ultrasound system in breast cancer diagnosis in doctors with different seniority

YAN Jingru, YANG Shanling, SONG Hongping, GAO Xican

Department of Ultrasound Medicine, Xijing Hospital, Xi'an 710032, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of computer-aided detection(CAD) assisted automated breast ultrasound system(ABUS) for malignant breast lesions diagnosis in doctors with different seniority.**Methods** Of the 1452 breast cases, 270 cases were malignant with a total of 282 lesions, 674 cases were benign with a total of 695 lesions, and 508 were negative. The diagnostic sensitivity, specificity, area under the ROC curve, and average reading time were compared among 6 doctors (3 junior and 3 senior) before and after using the CAD system.**Results** Before the application of CAD system, the sensitivity of junior and senior doctors were 87% and 93%, respectively, and both increased to 94% after using CAD. There was significant difference in the sensitivity of junior doctors before and after using CAD ($P<0.05$), while no statistic difference was found in the senior doctors before and after using CAD. Diagnostic specificity of the 6 doctors decreased slightly before and after using the CAD system, but the difference was not significant. The diagnostic accuracy of junior doctors has improved, and the area under the curve has increased from 0.85 to 0.89, the differences was statistically significant ($P<0.05$). The area under the curve has increased from 0.91 to 0.92 in senior doctors after using CAD, but there was no significant difference. The mean reading time of all doctors after using CAD was prolonged to varying degrees, and the difference was statistically significant ($P<0.05$).**Conclusion** Although the average reading time after using CAD has been extended, within the acceptable range, the reading mode of ABUS combined with CAD can greatly improve the accuracy and sensitivity of ultrasonic doctors in diagnosing malignant breast lesions, and it is more helpful to junior doctors.

KEY WORDS Automated breast ultrasound system; Computer-aided detection; Breast tumor, benign and malignant; Doctor, different seniority

基金项目:陕西省国际科技合作与交流计划(2017KW-057);2017 年陕西省高等教育教学改革研究项目(17JG004)

作者单位:710032 西安市,西京医院超声医学科

通讯作者:宋宏萍, Email: song.hp@foxmail.com

自动乳腺超声诊断系统(automated breast ultrasound system, ABUS)具有标准的诊断流程,能够提供乳腺病灶的全面信息,储存完整的图像数据,其结合钼靶检查可大大提高乳腺癌诊断准确率^[1-3],已逐步应用于临床乳腺癌筛查工作。但ABUS也存在一些问题:数据信息量大,阅片者后期读片负担重,阅片者经验对诊断结果有影响等,在一定程度上限制了其在临床中的广泛应用。计算机辅助诊断系统(computer-aided detection, CAD)通过计算机技术辅助影像医师进行诊断,此方法在乳腺X线中的应用已基本成熟,而在乳腺超声中的应用目前仍处于初步研究阶段。本研究通过比较不同年资医师在独立阅读ABUS图像的基础上结合CAD(ABUS-CAD)阅读前后诊断乳腺恶性病灶的诊断效能,旨在探讨ABUS-CAD的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

收集2016年1月至2017年1月在我院行ABUS乳腺筛查或诊断的病例资料,明确诊断者均经手术或穿刺活检病理证实,余良性及阴性病例则随访 ≥ 1 年后复查未见变化,其中阴性病例均为双侧乳腺均未见明确结节者。最终共纳入1452例患者,均为女性,年龄19~82岁,平均 (43.7 ± 18.8) 岁。其中,共发现乳腺肿瘤患者944例,共计977个病灶;恶性270例,共282个病灶,其中浸润性乳腺癌223个,导管原位癌58个,恶性叶状肿瘤1个;良性674例,共695个病灶,其中320个经病理诊断,包括纤维腺瘤115个,导管内乳头状瘤45个,炎症37个,导管增生29个,腺病25个,囊肿16个,良性叶状肿瘤6个,脂肪瘤2个,其他良性病变45个;其余375个病灶在随访 ≥ 1 年后复查均未见变化;508例阴性,双乳检查均未发现病灶。

二、仪器与方法

1. ABUS与CAD: ABUS检查使用GE Invenia ABUS系统, C15-6XW反向曲线™超宽带换能器。由技师操作,对受检者乳房分别进行外侧位、正中位及内侧位扫查,必要时可加行上位或下位扫查,扫查结束后将图像传输至工作站。CAD工作站使用QView Medical公司研发的最新软件系统,可对ABUS采集的原始数据进行后处理,对可疑病灶进行标记,并可对每一个位置扫查的图像进行合成处理,最终显示一张具有该侧乳腺所有标记结果的索引图像。见图1。

2. 研究方法: 将入选病例的乳腺ABUS图像随机分为A、B两组,每组726例,隐去患者姓名信息,由6名

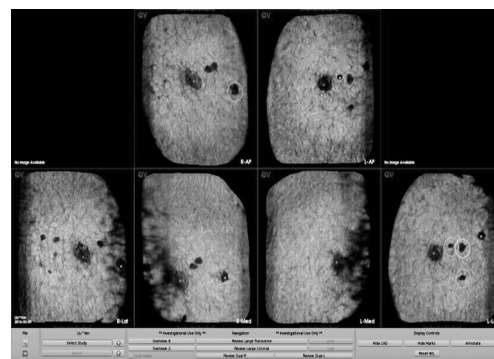


图1 CAD处理后的索引图像

超声诊断医师分别阅读,每名医师的每组病例顺序均不相同,且事先均不知道最终病理结果。医师1~3为低年资医师,均具有1年乳腺超声诊断经验;医师4~6为高年资医师,均具有3年以上乳腺超声诊断经验。

(1) 阅片方式: ①ABUS单独阅读,指医师不借助CAD,独立阅读ABUS原始图像,给出诊断结果;②ABUS-CAD阅读,医师独立阅读ABUS原始图像后,再阅读CAD诊断结果,结合两者的读片结果做出最终诊断。

(2) 研究步骤分为2个阶段: ①所有医师采用ABUS单独阅读的方法阅读A组病例,采用ABUS-CAD阅读的方法阅读B组病例,在对每例病例进行仔细阅读后,将所有发现的病灶依据2013版乳腺超声影像报告与数据系统(BI-RADS)进行分类并记录,同时分别记录每位医师的读片时间;②4周之后打乱A、B两组内的病例顺序,所有医师采用ABUS单独阅读的方法阅读B组病例,采用ABUS-CAD阅读的方法阅读A组病例,并记录BI-RADS分类结果及阅读时间。分别比较各医师采用两种阅片方式的诊断结果及阅读时间。

三、统计学处理

应用SPSS 19.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行 t 检验。通过与病理或随访结果进行对照,应用受试者工作特征(ROC)曲线分析低年资、高年资及所有医师应用ABUS-CAD阅片前后的敏感性、特异性及曲线下面积(AUC)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、不同年资医师结合CAD阅读前后乳腺良、恶性病灶的BI-RADS分类结果

各医师在采用ABUS-CAD阅读模式后,其诊断BI-RADS 4类以上的病例数,较ABUS单独阅读时增加且低年资医师的诊断结果变化更大。见表1。

二、不同年资医师结合CAD前后的诊断效能比较

表 1 不同年资医师结合 CAD 前后对 977 个乳腺良、恶性病灶的 BI-RADS 分类结果

病理类型	BI-RADS 分类	低年资医师		高年资医师		所有医师	
		ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读	ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读	ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读
恶性	1 类	11	5	5	3	8	4
	2 类	12	5	6	5	9	5
	3 类	15	7	9	8	12	7
	4 类	165	171	145	147	155	159
	5 类	79	94	117	119	98	107
良性	1 类	10	9	8	5	9	7
	2 类	141	143	156	157	149	150
	3 类	251	244	274	275	262	259
	4 类	292	298	256	257	274	278
	5 类	1	1	1	1	1	1

所有医师采用 ABUS 单独阅读与 ABUS-CAD 阅读的诊断敏感性和 AUC 比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);特异性均为 60%。其中,低年资医师采用 ABUS 单独阅读与 ABUS-CAD 阅读的诊断敏感性和 AUC 比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),特异性分别为 58%、57%,略有降低,差异无统计学意义;高年资医师采用 ABUS 单独阅读与 ABUS-CAD 阅读的诊断敏感性、特异性、AUC 比较差异均无统计学意义。见表 2。

三、不同年资医师结合 CAD 前后阅读时间比较

低年资、高年资及所有医师分别采用 ABUS 单独阅读方式与 ABUS-CAD 阅读方式阅读每个容积图像所用时间的平均值见表 3 和图 2。低年资、高年资及所有医师采用 ABUS 单独阅读方式的平均阅读时间均少于 ABUS-CAD 阅读模式,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

表 2 不同年资医师结合 CAD 前后的诊断敏感性及特异性对比

分类	敏感性(%)			特异性(%)			AUC		
	ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读	P	ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读	P	ABUS 单独阅读	ABUS-CAD 阅读	P
低年资医师	87	94	<0.05	58	57	>0.05	0.85	0.89	<0.05
高年资医师	93	94	>0.05	63	63	>0.05	0.91	0.92	>0.05
所有医师	90	94	<0.05	60	60	>0.05	0.88	0.91	<0.05

AUC:曲线下面积

表 3 不同年资医师结合 CAD 阅读前后的平均阅读时间比较

分类	ABUS 单独阅读时间(s)	ABUS-CAD 阅读时间(s)	差异
低年资医师			
医师 1	56.98	66.90	17.41%
医师 2	62.84	73.52	17.00%
医师 3	53.94	60.63	12.40%
医师 1~3	57.92±4.52	67.02±6.45*	15.71%
高年资医师			
医师 4	40.26	52.12	29.46%
医师 5	47.55	55.43	16.57%
医师 6	41.34	56.29	36.16%
医师 4~6	43.05±3.93	54.61±2.20*	26.86%
所有医师 1~6	50.49±8.98	60.82±8.04*	20.46%

与 ABUS 单独阅读时间比较, * $P<0.05$ 。差异=(ABUS-CAD 阅读时间-ABUS 单独阅读时间)/ABUS 单独阅读时间×100%

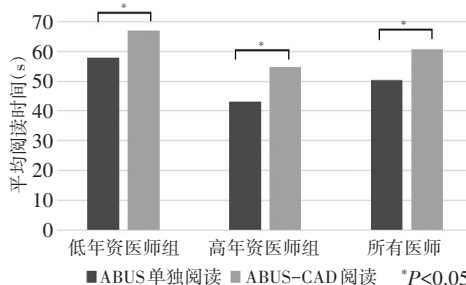


图 2 不同年资医师及所有医师采取 ABUS 单独阅读与 ABUS-CAD 阅读的平均阅读时间比较

讨 论

近年来,随着计算机技术迅速发展,CAD 在医学影像领域的应用逐渐成为研究热点,已涉及乳腺 X 线、CT、MRI、超声等不同影像领域。Benedikt 等^[4]研究表明,数字乳腺断层摄影(DBT)联合 CAD 可缩短阅读时间,与单独使用 DBT 比较,诊断敏感性及特异性均不变。Veltman 等^[5]关于 MRI-CAD 系统对不同经验医师诊断乳腺病灶影响的研究,结果显示,CAD 系统对于缺乏临床经验的医师帮助更大,其敏感性及特异性均有所提高。Lehman 等^[6]研究显示,MRI-CAD 可提高不同经验程度医师诊断乳腺病灶的敏感性,且阅读时间比较无明显差异。既往的一系列研究均说明 CAD 可提高影像学对于乳腺癌的检出率,降低漏诊率,为乳腺影像医师提供帮助。

传统手持超声由于受操作者依赖性大、检查切面随意性强、图像难以标准化、图像质量受仪器调节或操作者的习惯影响大等问题,加大了超声 CAD 的建立难度,使其应用前景受限。ABUS 是一款专为乳腺癌筛查研发的超声仪器,受检者对其具有很好的接受度^[7]。ABUS 不仅规范了超声检查的操作流程,较大程度避免了扫查过程中的人为干扰,还能完整采集并储存乳腺的完整图像信息,不但使其更适用于乳腺癌筛

查,也增加了CAD技术在超声应用的可行性。且既往研究^[8]表明,ABUS对于乳腺病灶的诊断敏感性、准确率高于传统手持超声,而特异性无明显差异。由于我国超声医师匮乏,超声诊断采用的是单人诊断模式,即仅由一名医师进行操作并诊断,缺乏上级医师检诊或第二名医师的协助诊断^[9]。而CAD不仅可以作为“第二只眼睛”帮助超声医师诊断出异常的超声图像,还能在一定程度上提高超声医师对于乳腺恶性病灶的鉴别能力。

本研究采用了大样本(1452例乳腺病例),低年资和高年资共6名医师,采用ABUS单独阅读和ABUS-CAD阅读两种方式进行对比研究。发现对于不同年资的医师,采用ABUS-CAD阅读方式对于乳腺病灶的诊断敏感性和AUC均高于ABUS单独阅读,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。说明借助CAD可有效提高医师对于恶性病灶的检测能力和诊断准确率。低年资医师的诊断敏感性和AUC提升程度高于高年资医师,说明CAD对于经验缺乏者的帮助更大。本研究结果显示,结合CAD诊断后,低年资医师的诊断敏感性(94%)、AUC(0.89)超过医师平均诊断水平(90%、0.88),接近高年资医师诊断水平(93%、0.91)。而对于高年资医师,由于其诊断经验丰富,借助CAD后,虽然诊断敏感性和AUC均有所提高(93%、0.91 vs. 94%、0.92),但差异均无统计学意义,说明结合CAD对高年资医师帮助不明显,与van Zelst等^[10-11]研究结果一致。此外,低年资医师的诊断特异性略有下降,而高年资医师的诊断特异性无明显变化,但差异均无统计学意义,说明CAD虽然可以帮助年轻医师降低对阳性病灶的漏诊率,但也在一定程度上增加了假阳性率。

本研究中,使用CAD读片后,无论在低年资医师还是高年资医师,平均阅读时间均有所延长,且低年资医师延长的阅读时间更多,这是因为ABUS-CAD阅读方法相当于将CAD替代第二名影像医师的双读片模式,医师需要自己先独立完整阅读ABUS图像,然后再结合CAD提示结果,给出最终诊断结果,这样在提高准确率的同时,增加了医师的诊断时间。所有医师的阅读时间均较单独阅读的时间延长了20%左右。因此推荐在工作量不大的情况下,为了追求更高的准确率,医师可以选择ABUS-CAD阅读方式,尤其是对于低年资医师,虽然诊断时间延长,但可以有效提高低年资医师的诊断水平。

本研究具有一定的局限性。首先,本研究为回顾性单中心的研究,可能会存在一定的偏倚误差,故仍需多中心大样本量的研究验证;其次,未讨论使用

CAD前后的假阳性率变化,既往研究^[5-6]中均显示使用CAD后会在不同程度上增加假阳性率;最后,参与研究的6名医师对于ABUS及CAD的培训学习时间长短不一,也会在一定程度上影响阅读结果或阅片时间。

综上所述,虽然使用CAD后的平均阅读时间有所延长,但在可接受范围内,借助ABUS-CAD的阅读模式能大大提高超声医师诊断乳腺恶性病灶的准确率和敏感性,且对于低年资医师帮助更大。

参考文献

- [1] Giger ML, Inciardi MF, Edwards A, et al. Automated breast ultrasound in breast cancer screening of women with dense breasts: reader study of mammography-negative and mammography-positive cancers[J]. Am J Roentgenol, 2016, 206(6): 1341-1350.
- [2] Wilczek B, Wilczek HE, Rasouliyan L, et al. Adding 3D automated breast ultrasound to mammography screening in women with heterogeneously and extremely dense breasts: report from a hospital-based, high-volume, single-center breast cancer screening program[J]. Eur J Radiol, 2016, 85(9): 1554-1563.
- [3] Brem RF, Tabár L, Duffy SW, et al. Assessing improvement in detection of breast cancer with three-dimensional automated breast US in women with dense breast tissue: the SomoInsight study[J]. Radiology, 2015, 274(3): 663-673.
- [4] Benedikt RA, Boatsman JE, Swann CA, et al. Concurrent computer-aided detection improves reading time of digital breast tomosynthesis and maintains interpretation performance in a multireader multicase study[J]. Am J Roentgenol, 2018, 210(3): 685-694.
- [5] Veltman J, Mann RM, Meijer FJ, et al. The additional value of three time point color coding in dynamic contrast-enhanced MRI of the breast for inexperienced and experienced readers[J]. Eur J Radiol, 2010, 74(3): 514-518.
- [6] Lehman CD, Blume JD, Demartini WB, et al. Accuracy and interpretation time of computer-aided detection among novice and experienced breast MRI readers[J]. Am J Roentgenol, 2013, 200(6): 683-689.
- [7] 闫静茹,高喜臻,巨艳,等.自动乳腺容积超声成像与乳腺X线、常规手持超声检查患者接受度的对比分析研究[J].中华超声影像学杂志,2017,26(9):787-792.
- [8] 张歌,闫静茹,巨艳,等.自动乳腺超声成像系统在乳腺癌筛查和诊断中的应用进展[J].中华医学超声杂志(电子版),2017,14(11):805-809.
- [9] 常才.乳腺超声与计算机辅助技术[J].中华医学超声杂志(电子版),2016,13(1):2-4.
- [10] van Zelst JCM, Tan T, Platel B, et al. Improved cancer detection in automated breast ultrasound by radiologists using Computer Aided Detection[J]. Eur J Radiol, 2017, 89(1): 54-59.
- [11] van Zelst JCM, Tan T, Clauser P, et al. Dedicated computer-aided detection software for automated 3D breast ultrasound: an efficient tool for the radiologist in supplemental screening of women with dense breasts[J]. Eur Radiol, 2018, 28(7): 2996-3006.

(收稿日期:2019-07-29)