

基于超声图像形态学定量特征的乳腺肿块恶性风险列线图预测模型构建及应用

侯 银 张盼盼 张青陵

摘要 目的 应用机器学习技术构建基于超声图像形态学定量特征的乳腺肿块恶性风险列线图预测模型,并以互联网在线应用程序方式验证该模型的可操作性和实用性。方法 收集我院经病理确诊的乳腺肿块患者1046例,按7:3比例随机分为训练集732例,验证集314例;训练集中恶性430例,验证集中恶性199例,使用ImageJ分析软件提取肿块超声图像的形态学定量特征参数,包括最佳拟合椭圆的长短径比值(AR)、圆润度(C)、费雷特角度修正(MFA)、凹凸度(S)。应用单因素分析比较训练集中良、恶性乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数及患者年龄,运用机器学习技术进行多因素分析,确定预测乳腺肿块恶性风险的独立危险因素,并构建列线图预测模型。使用验证集数据对预测模型效能进行测试,绘制受试者工作特征(ROC)曲线和校准曲线分析预测模型的诊断效能,并设计开发在线应用程序。结果 单因素分析显示,良、恶性乳腺肿块AR、C、MFA、S及患者年龄比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。多因素分析显示,AR、C和患者年龄是预测乳腺肿块恶性风险的独立危险因素(均 $P<0.05$)。基于上述独立危险因素构建乳腺肿块恶性风险列线图预测模型,并以互联网在线应用程序的方式呈现,训练集内部验证的曲线下面积为0.931,敏感性为88.1%,特异性为85.4%;验证集外部验证的曲线下面积为0.901,敏感性为84.2%,特异性为85.8%。校准曲线显示,预测模型校准度良好,其预测恶性风险概率与实际恶性风险无明显偏离。结论 应用机器学习技术构建的乳腺肿块恶性风险列线图预测模型具有较高的诊断效能,而以互联网在线应用程序方式呈现模型使其更加具有可操作性和实用性,将有助于对患者进行个体化预测和治疗决策。

关键词 超声检查;乳腺肿瘤,恶性;机器学习;临床预测模型;列线图;互联网医疗

[中图分类号]R445.1;R737.9

[文献标识码]A

Establishment and application of breast cancer risk nomogram based on ultrasound morphological quantitative features

HOU Yin, ZHANG Panpan, ZHANG Qingling

Department of Ultrasound Diagnosis, the Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601, China

ABSTRACT Objective To use machine learning methods to construct an prediction model of breast cancer risk nomogram based on ultrasound morphological quantitative features, and to verify the feasibility and practicality of the model by means of internet online application. **Methods** A total of 1046 patients with breast lesions who confirmed by pathology were collected in the study. They were divided into 732 cases in the training set (430 were malignant) and 314 cases in the validation set (199 were malignant) according to a 7:3 ratio of random numbers. The ultrasound morphological features including aspect ratio (AR), circularity (C), modified Feret angle (MFA), solidity (S) were quantified using the ImageJ analysis software. Univariate analysis was used to compare the quantitative features and age of benign and malignant breast lesions in the training set, and machine learning technology was used for multivariate analysis to determine the independent risk factors affecting cancer risk, and a nomogram prediction model was constructed. The validation set data was used to test the effectiveness of the model, the receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn, the diagnostic effectiveness of the model was analyzed, and an online application was designed and developed. **Results** Univariate analysis showed that there were significant differences in AR, C, MFA, S and age between benign and malignant breast lesions (all $P<0.05$). Multivariate analysis showed that AR, C and

作者单位:230601 合肥市,安徽医科大学第二附属医院超声诊断科(侯银);蚌埠医学院第一附属医院超声医学科(张盼盼);安徽省皖南医学院第一附属医院超声医学科(张青陵)

通讯作者:张青陵,Email:echomanz@139.com

age were independent risk factors for malignancy (all $P < 0.05$). Based on the above independent risk factors, a nomograph model for risk prediction of breast cancer was constructed and presented in the form of an internet online application. The area under the ROC curve of breast cancer in the model's internal validation training set was 0.931, with a sensitivity of 88.1% and a specificity of 85.4%. The area under the ROC curve of breast cancer in the external validation validation set was 0.901, with a sensitivity of 84.2% and a specificity of 85.8%. The calibration curve showed that the calibration degree of the model was good, and there was no significant deviation between the predicted risk and the actual risk. **Conclusion** The nomograph prediction model of breast cancer risk constructed by machine learning technology has good diagnostic efficiency, and the model presented by internet online application makes it more operable and practical, which will help to make individualized prediction and treatment decisions for patients.

KEY WORDS Ultrasonography; Breast tumor, malignant; Machine learning; Clinical prediction models; Nomogram; Internet medicine

乳腺癌居女性恶性肿瘤发病率首位且呈逐年上升趋势^[1], 早期准确诊断乳腺癌对于临床制定治疗决策至关重要^[2]。超声是我国乳腺癌筛查的主要方法, 乳腺影像报告和数据系统(BI-RADS)的普及应用使得超声报告逐渐规范和统一。但 BI-RADS 采用人为规定的特征描述来分类图像, 缺少量化参数, 导致诊断高度依赖于超声医师的经验积累和培训经历, 不同水平或年资的操作者对图像的解读具有主观性, 不利于临床精准决策^[3-4], 因而如何实现乳腺肿块超声图像的定量评估和精准量化预测是临床面临的重要问题。在临床实际工作中, 不同品牌、型号或等级的超声仪器在图像后处理方法不同, 乳腺肿块图像的分辨率及成像质量也有所区别, 而乳腺肿块超声图像的形态学特征受仪器型号和图像参数设置影响较小, 且与病理组织学特征关系密切^[5-6]。本研究旨在应用机器学习技术构建基于超声图像形态学定量特征的乳腺肿块恶性风险列线图预测模型, 并以互联网在线应用程序的方式呈现, 增强其实用性。

资料与方法

一、研究对象

选取 2019 年 1 月至 2020 年 10 月我院经病理确诊的乳腺肿块患者 1046 例, 均为女性, 按 7:3 比例随机分为模型训练集和外部验证集, 其中训练集 732 例, 患者年龄 18~79 岁, 良性 302 例, 中位年龄 37(26, 45)岁; 恶性 430 例, 中位年龄 53(42, 65)岁。验证集 314 例, 患者年龄 19~71 岁, 良性 115 例, 中位年龄 41(28, 47)岁; 恶性 199 例, 中位年龄 52(42, 61)岁。训练集与验证集中恶性肿块占比比较差异无统计学意义。将训练集和验证集按年龄段分为 <40 岁、40~50 岁、≥50~60 岁和 ≥60 岁 4 组, 训练集中分别为 159、265、201、107 例, 验证集中分别为 56、110、98、50 例, 两数据集各年龄段

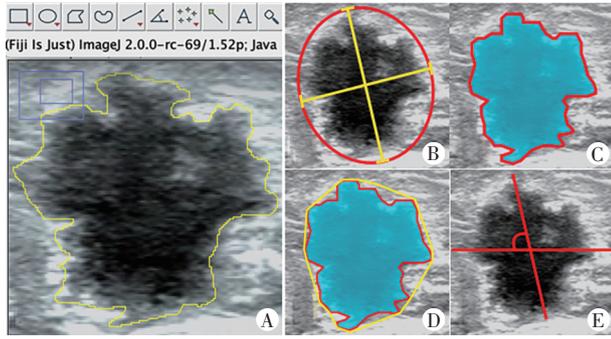
例数的分布比较差异无统计学意义。所有患者均在超声检查之后行超声引导下细针穿刺活检术或手术切除, 且取得明确的病理诊断结果。排除标准: ①病理结果不确定; ②临床资料缺失; ③有放疗或化疗史; ④图像记录为宽景或全景成像; ⑤单幅 B 型超声图像不能完整显示肿块边界。本研究经我院医学伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 图像采集: 使用西门子 Acuson S 3000 彩色多普勒超声诊断仪, 线阵探头, 频率 4.0~12.0 MHz。患者取平卧位, 充分暴露乳房和腋窝, 由两名超声医师调节优化图像质量后, 采集病灶最大径线切面图像并以 JPEG 格式存储。

2. 图像形态学特征定量分析: 对于多发性乳腺肿块的病例, 仅保留有病理结果的肿块图像作为目标病灶用于测量分析。由同一超声医师使用 ImageJ 分析软件(美国国立卫生研究院开发, 下载地址: <https://imagej.nih.gov>, 版本号 2.0.0-rc-69)描记肿块轮廓, 自动输出形态特征定量数据(图 1A), 分别为: ①长短径比值(AR), 表示沿着肿块轮廓拟合一个最近似的椭圆形, 计算椭圆形长径与短径比值(图 1B); ②圆润度(C), 是兼顾肿块形状和边缘光整程度的度量, 取值范围 0~1; 肿块形状越接近正圆形、同时边缘越光整, C 值越接近 1(图 1C); ③凹凸度(S), 表示肿块边缘的凹凸程度, 取值范围 0~1, 边缘越光整, S 值越接近 1(图 1D); ④费雷特角度修正(MFA), 表示肿块轮廓线最远两点之间的连线与图像水平轴之间的夹角, 取值范围 0°~90°, 用以度量肿块的方位, 当 MFA 为 0°时, 表示肿块长轴在图像上呈水平位, MFA 为 90°时表示呈垂直位(图 1E)。

3. 重复性检测: 随机选取 60 例患者, 由该医师和另一超声医师于 2 周后再次对其图像形态特征定量分



A: 使用ImageJ分析软件描记肿块轮廓; B: AR为拟合椭圆长径与短径比值; C: $C = (4\pi \times \text{面积}) / \text{周长}^2$; D: S为肿块面积与外周凸出点连线面积比值; E: MFA为肿块轮廓线最远两点之间的连线与图像水平轴之间的夹角

图1 乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数测量示意图

析,进行观察者间及观察者内重复性检验。

4. 质量控制: 两名超声检查医师分别具有7年和9年乳腺超声检查经验。两名进行图像描记的超声医师分别具有4年和3年乳腺超声规范化培训和从业经历,并接受统一的ImageJ分析软件操作培训。描记图像前,将良、恶性乳腺肿块全部图像放在同一文件夹,使用R语言软件添加随机索引编号并重新混合排列文件次序;两名医师均在双盲情况下完成图像描记。

5. 病理诊断: 病理组织均来自超声引导下细针穿刺活检标本或手术标本,通过标准诊断程序进行组织学处理,由高年资病理医师完成病理报告。

三、统计学处理

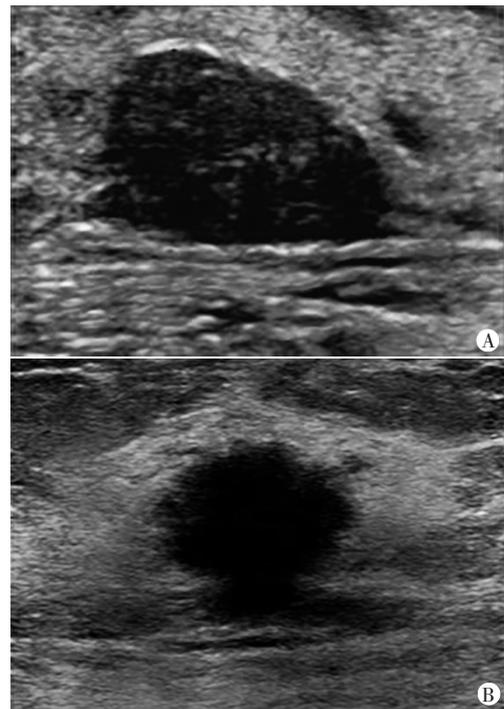
应用R-Studio (R4.0.2)软件,计数资料比较行Pearson χ^2 检验。根据Shapiro-Wilk正态性检验结果,计量资料以 $M(Q_R)$ 表示,单因素分析行Wilcoxon秩和检验。以病理结果为标准,采用机器学习广义线性模型(generalized linear model, GLM)分析筛选诊断乳腺恶性肿块的定量特征,构建多元回归预测模型并绘制列线图(Nomogram)^[7]。采用组内相关系数(ICC)评估

观察者间及观察者内重复性, $ICC > 0.75$ 表示重复性较好。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价模型的区分度,曲线下面积(AUC)比较行Delong检验;绘制校准曲线评价模型预测恶性风险的校准度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、单因素和多因素分析

1. 单因素分析显示,训练集和验证集中乳腺恶性肿块AR、C和S均低于良性,MFA高于良性,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);且患者年龄比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见图2和表1,2。



A: 乳腺良性肿块, AR、C、S、MFA分别为1.851、0.82、0.983、13.201; B: 乳腺恶性肿块, AR、C、S、MFA分别为1.058、0.322、0.813、41.070

图2 训练集中良、恶性乳腺肿块声像图

表1 单因素分析训练集中良、恶性乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数比较 $[M(Q_R)]$

病理结果	AR	C	MFA	S
恶性	1.579(1.352, 1.930)	0.580(0.400, 0.607)	17.816(9.141, 55.352)	0.860(0.822, 0.898)
良性	1.880(1.552, 2.296)	0.725(0.632, 0.807)	13.141(8.093, 35.675)	0.952(0.924, 0.974)
P	<0.0001	<0.0001	<0.01	<0.0001

AR:长短径比值;C:圆润度;MFA:费雷特角度修正;S:凹凸度

表2 单因素分析验证集中良、恶性乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数比较 $[M(Q_R)]$

病理结果	AR	C	MFA	S
恶性	1.589(1.346, 1.921)	0.520(0.387, 0.638)	20.986(10.356, 60.059)	0.868(0.825, 0.910)
良性	1.827(1.515, 2.252)	0.717(0.625, 0.785)	13.713(7.175, 52.794)	0.946(0.909, 0.970)
P	<0.0001	<0.0001	<0.05	<0.0001

AR:长短径比值;C:圆润度;MFA:费雷特角度修正;S:凹凸度

2. 将单因素分析差异有统计学意义的变量, 即 AR、C、MFA、S 和患者年龄数据全部纳入机器学习广义线性模型 GLM 算法, 采用逐步回归法进行多因素分析, 剔除无效变量, 结果显示 AR、C 和患者年龄是预测乳腺肿块恶性风险的独立危险因素; 随着 AR、C 下降及患者年龄增大, 乳腺肿块恶性风险呈上升趋势(均 $P < 0.05$)。见表 3。

表 3 机器学习 GLM 多因素分析结果

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR 值(95% 可信区间)	P 值
AR	-2.332	0.305	58.460	0.092(0.050~0.171)	<0.001
C	-15.271	2.372	41.448	0.012(0.005~0.017)	<0.001
MFA	0.007	0.005	1.960	1.127(0.947~1.205)	0.183
S	-0.103	10.347	0.000	0.905(0.000~67.259)	0.972
年龄 40~50 岁	0.892	0.332	7.219	2.501(1.190~4.409)	0.009
年龄 ≥ 50 ~60 岁	1.401	0.334	17.595	3.401(1.895~7.223)	<0.001
年龄 ≥ 60 岁	1.625	0.312	27.127	5.640(3.403~11.108)	<0.001
常数项	12.631	3.724	11.504	-	<0.001

3. 各乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数在观察者内和观察者间 ICC 均 > 0.75 , 具有较好的可重复性。见表 4。

表 4 乳腺肿块超声图像形态学定量特征参数的重复性检验

参数	观察者内		观察者间	
	ICC	95% 可信区间	ICC	95% 可信区间
AR	0.914	0.889~0.934	0.906	0.877~0.929
C	0.821	0.762~0.841	0.791	0.755~0.836
MFA	0.920	0.897~0.939	0.887	0.855~0.914
S	0.810	0.748~0.832	0.772	0.731~0.827

ICC: 组内相关系数

二、列线图模型及在线应用程序

1. 根据机器学习 GLM 算法分析筛选出的独立危险因素 AR、C 和患者年龄构建列线图模型, 模型中 AR、C 和患者年龄均被赋予相应的分值, 计算三者总得分即可在列线图上标记获得对应的恶性风险概率预测值。见图 3。

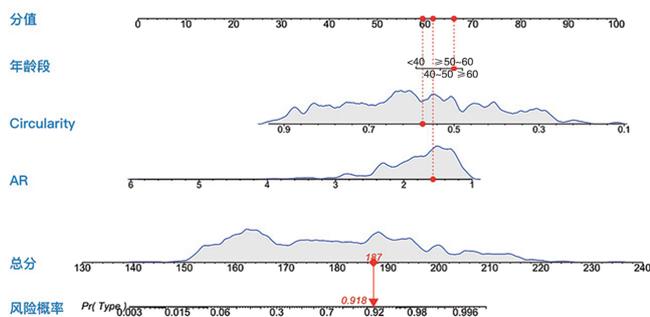


图 3 基于超声图像形态学定量特征的乳腺肿块恶性风险预测列线图

2. 为进一步提高该列线图模型的可操作性, 设计制作并发布了一款互联网在线免费应用程序(网址:

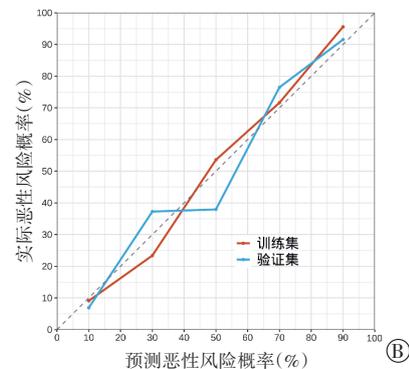
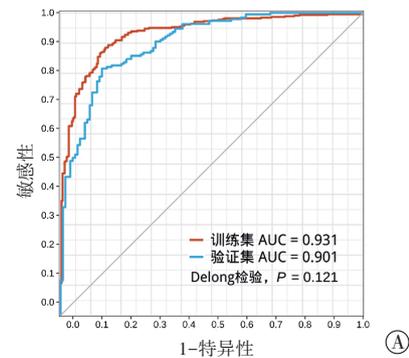
<https://qingling.shinyapps.io/BreastSonoNomogram/>。注: 该程序当前仅用于研究目的)。研究人员通过登录该网址, 按照本研究介绍的方法提取并输入相关特征数据, 即可获得对应乳腺肿块的恶性风险概率和 95% 可信区间, 见图 4。如图中蓝色标记所示某病例, 输入乳腺肿块 AR 为 2.494, C 为 0.92, 模型预测显示 ≥ 50 ~60 岁组恶性风险概率为 96.8%, 95% 可信区间为 93.2%~98.5%。



图 4 互联网在线应用程序显示界面。左侧为数据输入区; 右侧为可视化显示乳腺肿块恶性风险概率及 95% 可信区间

三、ROC 曲线和校准曲线分析

1. ROC 曲线分析显示, 训练集内部验证的 AUC 为 0.931, 敏感性为 88.1%, 特异性为 85.4%; 验证集外部验证的 AUC 为 0.901, 敏感性为 84.2%, 特异性为 85.8%; 二者 AUC 比较差异无统计学意义 ($P = 0.121$)。见图 5A。



A: ROC 曲线图; B: 校准曲线图

图 5 列线图预测模型效能分析

2. 校准曲线分析显示,训练集和验证集的校准曲线均与图像对角线方向基本一致,且与对角线重合度较好,尤其当实际恶性风险值>50%时,模型预测值未出现明显高估或低估,显示预测模型的校准度良好,其预测恶性风险概率与实际恶性风险无明显偏离。见图5B。

讨 论

BI-RADS采用特征术语对乳腺肿块超声图像进行描述^[8],这种描述性定性方法高度依赖于超声诊断医师的视觉感受、经验积累和规范化培训经历,不同水平或年资的超声医师对图像的解读具有主观性。多项研究^[3-4,9]显示,超声BI-RADS在观察者间Kappa值为0.28~0.83,因此亟需构建一种更加客观的图像量化分析方法。既往研究^[10-12]多综合乳腺肿块的回声和形态学特点进行分析,但在临床实际工作中,不同品牌、型号或等级的超声仪器在图像后处理方法上有所不同,乳腺肿块图像的分辨率及成像质量也有所区别。而乳腺肿块超声图像的形态学特征则受仪器型号和图像参数设置影响较小,可以基本反映乳腺病灶的大体病理形态。本研究采用ImageJ分析软件对乳腺肿块的超声形态学特征进行定量分析,定量参数包括AR、C、MFA和S,分别用精确数值度量了肿块图像的长短径比值、圆润度、生长方向和边缘光整度4项形态学特征,且测量结果具有良好的可重复性(ICC均>0.75)。既往研究^[5]表明,恶性肿块的形态学特征包括不规则形态、浸润性纵向生长及边缘呈针状、微叶状或成角。本研究中,良、恶性乳腺肿块各项形态学特征定量参数比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),与上述研究结果一致,表明形态学定量特征参数能够对肿块的形状、边缘及生长方向进行更为精准量化,从而更加准确地反映肿块形态的不规则程度和边缘的不规整程度。

对于乳腺肿块患者个体而言,治疗决策具有异质性,受多种因素的影响,因此建立一个针对个体的、精准的癌症预测模型具有重要的临床价值。而随着数据采集和分析技术的日益提高,临床预测模型作为风险与获益评估的量化工具,采用更大量、更丰富的数据和更加复杂的机器学习模型算法,以更精准的结果服务于医师、患者及医疗决策者,因此其应用也越来越普遍。本研究通过机器学习GLM模型算法筛选出乳腺恶性肿块形态学定量特征参数中的独立危险因素即AR、C和患者年龄,构建列线图风险预测模型,并分别进行内部验证和外部验证,达到了良好的良、恶

性乳腺肿块区分度和校准度。新近一些关于乳腺癌超声预测模型的研究^[13-15]中,均使用了BI-RADS定性描述作为构建模型的预测因子,分别对肿块的良恶性及进一步降低4A类肿块风险做出了预测,各模型的AUC为0.747~0.955。与上述研究构建的模型相比,本研究使用更客观的定量参数作为模型预测变量,应用机器学习技术构建模型,同时为了进一步提升模型的实用性,本研究还创新性地以互联网在线应用程序的方式呈现模型,使得预测过程和结果可视化,模型更具有可操作性,方便对患者进行评估。

本研究的局限性:①为回顾性研究,尚缺乏前瞻性、多中心数据的进一步验证;②入组对象排除了尺寸较大导致单幅B型超声图像不能完整显示轮廓的肿块,可能产生偏倚。本研究所得临床预测模型及其应用价值有待前瞻性及更大样本数据的评估和验证。

综上所述,本研究对乳腺肿块形态学特征实现了定量表达,且测量结果具有良好的可重复性,其中AR、C和患者年龄是预测乳腺肿块恶性风险的独立危险因素。应用机器学习技术构建的乳腺肿块恶性风险列线图预测模型具有较高的诊断效能,而以互联网在线应用程序方式呈现模型使其更加具有可操作性和实用性,将有助于对患者进行个体化预测和治疗决策。

参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Evans A, Trimboli RM, Athanasiou A, et al. Breast ultrasound: recommendations for information to women and referring physicians by the European Society of Breast Imaging [J]. Insights Imaging, 2018, 9(4): 449-461.
- [3] Youk JH, Jung I, Yoon JH, et al. Comparison of inter-observer variability and diagnostic performance of the fifth edition of BI-RADS for breast ultrasound of static versus video images [J]. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(9): 2083-2088.
- [4] Schwab F, Redling K, Siebert M, et al. Inter- and intra-observer agreement in ultrasound BI-RADS classification and real-time elastography Tsukuba score assessment of breast lesions [J]. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(11): 2622-2629.
- [5] Elverici E, Barça AN, Aktaş H, et al. Nonpalpable BI-RADS 4 breast lesions: sonographic findings and pathology correlation [J]. Diagn Interv Radiol, 2015, 21(3): 189-194.
- [6] Cortadellas T, Argacha P, Acosta J, et al. Estimation of tumor size in breast cancer comparing clinical examination, mammography, ultrasound and MRI—correlation with the pathological analysis of the surgical specimen [J]. Gland Surg, 2017, 6(4): 330-335.
- [7] Balachandran VP, Gonen M, Smith JJ, et al. Nomograms in oncology:

- more than meets the eye[J].Lancet Oncology, 2015, 16(4): 173-180.
- [8] 朱庆莉,姜玉新.乳腺影像报告与数据系统指南(第5版)超声内容更新介绍[J].中华医学超声杂志(电子版), 2016, 13(1):5-7.
- [9] Stavros AT, Freitas AG, deMello GGN, et al. Ultrasound positive predictive values by BI-RADS categories 3-5 for solid masses: an independent reader study[J].Eur Radiol, 2017, 27(10):4307-4315.
- [10] Hu HT, Wang Z, Huang XW, et al. Ultrasound-based radiomics score: a potential biomarker for the prediction of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma[J].Eur Radiol, 2019, 29(6):2890-2901.
- [11] Lee SE, Han K, Kwak JY, et al. Radiomics of US texture features in differential diagnosis between triple-negative breast cancer and fibroadenoma[J].Sci Rep, 2018, 8(1):1-8.
- [12] Guo Y, Hu Y, Qiao M, et al. Radiomics analysis on ultrasound for prediction of biologic behavior in breast invasive ductal carcinoma[J]. Clin Breast Cancer, 2018, 18(3):335-344.
- [13] Zhou P, Jin C, Lu J, et al. Modified model for diagnosing breast imaging reporting and data system category 3 to 5 breast lesions: retrospective analysis and nomogram development[J].J Ultrasound Med, 2021, 40(1):151-161.
- [14] Akissue de Camargo Teixeira P, Chala LF, Shimizu C, et al. Axillary lymph node sonographic features and breast tumor characteristics as predictors of malignancy: a nomogram to predict risk[J].Ultrasound Med Biol, 2017, 43(9):1837-1845.
- [15] Niu Z, Tian JW, Ran HT, et al. Risk-predicted dual nomograms consisting of clinical and ultrasound factors for downgrading BI-RADS category 4a breast lesions——A multiple centre study[J]. J Cancer, 2021, 12(1):292-304.

(收稿日期:2021-10-12)

· 病例报道 ·

Echocardiographic manifestations of cardiac compression by pulmonary bullae: a case report

肺大疱压迫心脏超声心动图表现 1 例

谭焜月 刘春霞 王 园 黄晓凤 王淑珍 熊 峰

[中图分类号]R540.45

[文献标识码]B

患者男,63岁,因咳嗽、咳痰伴喘累10年,加重3d就诊。自诉平路步行500m有心悸、气促表现;有慢性阻塞性肺疾病史,否认高血压病、冠状动脉粥样硬化性心脏病等病史。体格检查:血压115/80 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa),心率89次/min,桶状胸,左下肺语颤减弱,左下肺叩诊为过清音,双肺呼吸音减弱,可闻及散在哮鸣音,心界不大,律齐,未闻及杂音。常规超声心动图检查:左心受压变形,左房前后径28 mm,左室前后径35 mm,左室舒张末期容积(LVEDV)51 ml,左室收缩末期容积(LVESV)29 ml,左室壁运动不协调;左室后、侧壁外可见新月形低回声团块,其上可见散在点状强回声,边界未探及(图1A~C);右室前后径19 mm,右房横径30 mm,右室流出道内径28 mm,右室壁厚4 mm,三尖瓣反流速度2.84 m/s,三尖瓣环收缩期位移(TAPSE)19 mm,下腔静脉近心端内径17 mm,随呼吸变异度>50%;各瓣膜回声及活动正常;左室射血分数(LVEF)57%,每搏输出量(SV)22 ml;二尖瓣前向血流E峰(E)1.03 m/s,二尖瓣前向血流A峰(A)0.69 m/s,二尖瓣间隔瓣环侧舒张早期速度(e')6 cm/s,二尖瓣间隔瓣环舒张晚期(a')10 cm/s, E/A 1.49, E/e' 17.1。二维斑点追踪技术检查:左室整体纵向应变(GLS)-15.4%;牛眼图显示主要为左室侧壁、左室后壁及左室下壁收缩功能降低(图1D),其中下壁基底段及中间段局部

纵向应变(RLS)分别为-6.7%、-14.1%,侧壁基底段及中间段RLS分别为-4.9%、-11.2%,后壁中间段RLS-18.5%,后壁基底段RLS反向,为9.2%。超声心动图提示:心脏外占位,性质待定;心脏结构未见明显异常;左室壁运动欠协调;左室收缩功能早期受损,左室舒张功能降低。为明确左心受压原因,进一步行胸部CT检查:肺脏、心包及纵隔内未见实质性占位;双肺纹理增多、紊乱,双肺野密度降低,双肺多见囊性薄壁气腔,大者位于左下肺(大小约143 mm×101 mm),致左室受压变形(图2);心脏外可见丰富脂肪垫包绕;双侧胸腔未见明显积液征象。心电图提示:电轴右偏。血气分析示:pH值7.40,氧分压85 mm Hg,二氧化碳分压39 mm Hg,血氧饱和度97%,心肌酶谱未见异常。经抗感染、止咳平喘等治疗后患者症状较前稍好转。

讨论:肺大疱是慢性阻塞性肺疾病常见的并发症,其形成是由于肺泡过度膨胀致肺泡壁破裂融合形成含气囊腔^[1]。肺大疱致心脏受压临床罕见,本例患者超声心动图提示心脏外巨大团块致左心受压变形。心脏受压最常见的病因为纵隔肿瘤及心包囊肿。纵隔肿瘤常表现为实性或囊实性团块影,类圆形或分叶状,部分边缘不规则;心包囊肿则表现为无回声或低回声区,壁薄光滑,界限清楚。本例患者心脏外巨大新月形低回声团块影,边界不清,与纵隔肿瘤及心包囊肿超声表现不符。

(下转第343页)

作者单位:610031 成都市第三人民医院心血管内科(谭焜月、刘春霞、黄晓凤、王淑珍、熊峰),普胸外科(王园)

通讯作者:熊峰, Email: xiong.feng05@163.com