

结合 X 线和超声的神经网络在乳腺检查的应用

张 琦¹, 杜丽娟¹, 唐 震²

(1.上海浦南医院影像科, 上海 200125;

2.上海交通大学附属第六人民医院南院影像科, 上海 201499)

摘要:目的 探讨神经网络方法在鉴别乳腺 X 线和超声检查中良恶性病变的意义。方法 对 75 例乳腺疾病患者的 X 线钼靶及超声检查的数据用 NN 进行分析, 随机选择 30 例样本作为训练样本, 组成训练集, 其余样本组成测试集。建立 NN 模型, 分析神经网络模型的诊断结果。结果 75 例患者中, 手术与病理证实乳腺恶性病变 44 例, 乳腺良性肿瘤或肿瘤样病变 31 例, 钼靶 X 线诊断的特异度、敏感度及诊断正确率分别为 90.32%、88.64% 和 89.33%, B 超诊断的特异度、敏感度及诊断正确率分别为 87.09%、86.36% 和 86.67%, X 线钼靶和 B 超对比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。而 BP 网络的特异度为 95.45%, 敏感度为 95.65%, 总正确率为 95.56%, 高于 X 线钼靶和 B 超, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。结论 神经网络具有人脑的学习、不断进步的优点, 又比人脑客观, 结合 X 线钼靶和 B 超检查的神经网络在判断乳腺良恶性病变性质方面有一定的应用价值。

关键词:神经网络; X 线钼靶摄影; 超声检查; 乳腺病变

中图分类号: R737.9

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2018.13.003

文章编号: 1006-1959(2018)13-0009-04

Application of Neural Network Combined with X-ray and Ultrasound in Breast Examination

ZHANG Qi¹, DU Li-juan¹, TANG Zhen²

(1.Department of Radiology, Shanghai Punan Hospital, Shanghai 200125, China;

2.Department of Radiology, South Hospital, Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201499, China)

Abstract: Objective To explore the significance of neural network in the differential diagnosis of benign and malignant lesions in X-ray mammography and ultrasonography. Methods The data of X-ray mammography and ultrasonography in 75 patients with breast disease were analyzed by NN. 30 samples were randomly selected as training samples to form a training set, and the remaining samples were composed of test sets. Establish a NN model and analyze the diagnosis results of the neural network model. Results Among the 75 cases, 44 cases of malignant breast lesions, 31 cases of benign breast tumor or tumor like lesion were confirmed by operation and pathology. The specificity, sensitivity and diagnostic accuracy of molybdenum target X-ray diagnosis were 90.32%, 88.64% and 89.33% respectively. The specificity, sensitivity and diagnostic accuracy of B ultrasonic diagnosis were 87.09%, 86.36% and 86.67%, respectively, there was no significant difference between X-ray mammography and B-ultrasound ($P>0.05$). The specificity of BP network was 95.45%, the sensitivity was 95.65%, and the total correct rate was 95.56%, which was higher than that of X-ray mammography and B-mode ultrasound, the difference was statistically significant ($P<0.05$). Conclusion Neural network has the advantages of learning and continuous improvement of human brain. It is more objective than human brain. The neural network combined with X-ray mammography and B-ultrasound has certain application value in judging the nature of benign and malignant breast lesions.

Key words: Neural network; X-ray mammography; Ultrasonography; Breast lesions

乳腺癌(mammary cancer)的发病率在全球范围内呈上升趋势, 位居女性恶性肿瘤第一位。近年来, 女性乳腺癌的发病率和死亡率呈持续上升趋势, 并且有年轻化趋势^[1]。乳腺 X 线钼靶摄影是最基本的检查方法, 特别是对于发现微小钙化最有优势^[2,3]; 而乳腺超声检查具有简便、无创、无辐射及可反复等特点, 特别是对 X 线检查阴性的致密性乳腺患者的

检查较具优势。但受到乳腺良恶性肿块影像特征影响, 这两种影像检查方法单独检查有时定性非常困难, 易出现误诊或者漏诊的情况, 可能耽误患者治疗, 尽管有作者联合超声和 X 线钼靶检查, 能够有效提高检查水平^[4,5], 但两种检查结论经常矛盾, 存在分析困难的问题。为了突破依赖于主观判断的传统的乳腺病变影像诊断模式, 我们尝试应用基于深度学习反向传输神经网络方法回顾性分析本院 2010 年 3 月~2016 年 6 月进行 X 线钼靶和 B 超检查的乳腺病变, 目的在于探讨神经网络方法在鉴别乳腺影像检查中良恶性病变的意义。

基金项目: 1. 上海市卫生与计划生育委员会资助课题 (编号: 201440564); 2. 上海市奉贤区科委资助课题 (编号: 20161118)

作者简介: 张琦 (1973.10-), 男, 上海人, 本科, 主治医师, 研究方向: 乳腺影像诊断

通讯作者: 唐震 (1963.9-), 男, 江苏南京人, 博士, 主任医师, 科主任, 研究方向: 乳腺影像诊断

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取上海浦南医院 2010 年 3 月~2016 年 6 月收治的经手术病理证实为乳腺疾病患者 75 例作为研究对象,患者均为女性,年龄 23~89 岁,平均年龄(52.60±0.11)岁,中位年龄 45 岁。其中,乳腺恶性病变 44 例,乳腺良性肿瘤或肿瘤样病变 31 例。75 例患者均进行了 X 线钼靶及超声检查。

1.2 方法

1.2.1 钼靶 X 线 使用 GE 公司全数字乳腺 X 线机,对 75 例患者取站立位,常规使用头足轴位(CC)和内外侧斜位(MLO)拍摄。拍摄前对患者乳腺外观、大小视诊,对肿瘤所处位置、大小、质地、活动度触诊。

1.2.2 超声 采用 PHILIPS IU22 彩色多普勒超声诊断显像仪,频率为 10 MHz。患者常规取仰卧位,高举双臂置于头后,充分暴露双侧乳房,以乳头为中心,放射状多切面扫描各个象限,并记录肿块的位置、大小、形态、回声及血液动力学情况。

1.3 观察指标

1.3.1 X 线钼靶 ①肿块形态:规则、不规则;②钙化:无、块状钙化、砂粒样钙化;③边缘轮廓:光滑锐利、毛刺;④淋巴结肿大:无、<1 cm、>1 cm;⑤局部致密:无、有。

1.3.2 超声 ①肿块形态:规则、不规则;②内部回声:均匀、不均匀;③后方回声改变:不变、增高、衰减;④血流信号:有、无;⑤淋巴结肿大:无、<1 cm、>1 cm。

1.4 神经网络分析

1.4.1 人工神经网络模型 人工神经网络模型采用前向型网络设计和误差反向传播学习算法(简称 BP,网络)。网络的结构如图 1 所示。利用 Levenberg-Marquardt 规则进行训练,网络的误差平方和<10 时训练收敛结束。网络的输出值≥0.5 提示为恶性。利用 Matlab 6.5 软件编程实现 BP 网络的训练和测试。在图 1 中,输入层包含 10 个神经元,对应 5 个 X 线钼靶指标和 5 个 B 超征象;隐含层神经元数根据经验定为 6;输出层包含一个神经元,对应诊断结果;输入层到隐含层、隐含层到输出层的传递函数均为对数 s 型(Sigmoid)函数。

1.4.2 样本训练及测试 从 75 例样本中随机选择 30 例样本作为训练样本,组成训练集,其余样本组成测试集,建立 BP 神经网络诊断模型,分析神经网络模型的诊断结果。

1.5 统计学分析 数据用 SPSS15 统计学软件处理,单因素假设检验应用于成组 t 检验(对计量资料)或

行χ²检验;配对检验用于比较 BP 神经网络模型与 X 线钼靶和 B 超在鉴别乳腺良恶性病变的特异度、敏感度和诊断正确性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

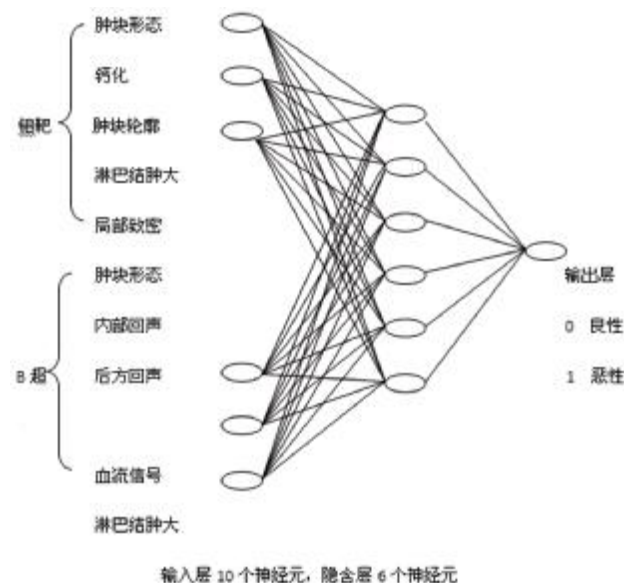


图 1 BP 网络结构示意图

2 结果

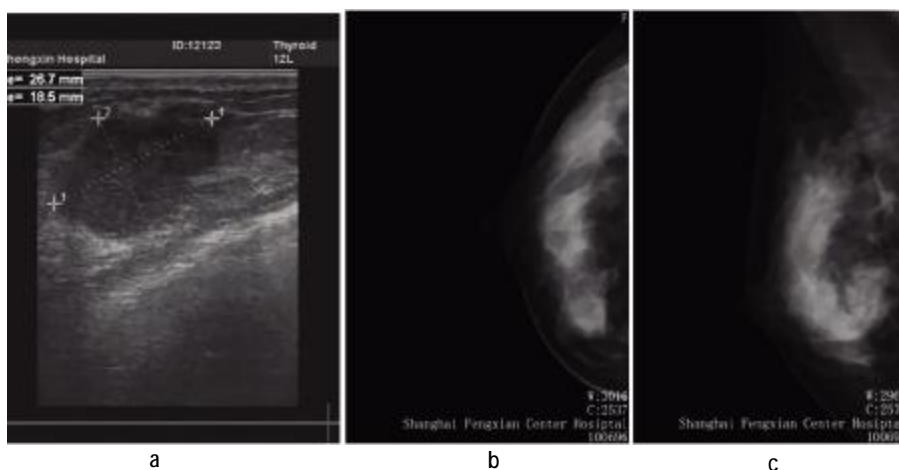
75 例患者中,经过手术与病理结果显示:乳腺恶性病变 44 例,其中浸润性导管癌 34 例,导管内癌 7 例,髓样癌 1 例,Paget 病 1 例,导管上皮瘤变伴微浸润 1 例。乳腺良性肿瘤或肿瘤样病变 31 例,其中,乳腺纤维腺瘤 21 例,纤维性腺病 4 例,乳导管腺瘤 3 例,硬化性腺病 1 例,血管脂肪瘤 1 例,良性叶状肿瘤 1 例。

2.1 BP 网络诊断结果 用 30 例训练样本对 BP 网络进行训练,经过 9 次迭代,达到精度要求,训练结束。利用训练好的 BP 网络对另外 45 例进行诊断测试,见表 1。

表 1 BP 神经网络诊断结果(n,%)

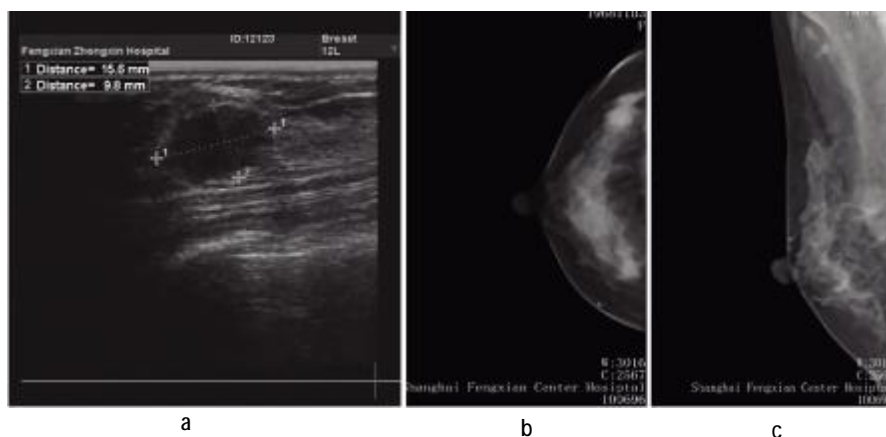
病理结果	训练集样本			测试集样本		
	良性	恶性	正确率	良性	恶性	正确率
良性	9	/	100.00	21	1	95.45
恶性	/	21	100.00	1	22	95.65
合计	/	/	100.00	/	/	95.56

2.3 BP 神经网络诊断模型与 X 线钼靶和 B 超诊断结果的比较 44 例恶性病变中,超声共检出 38 例,检出率 86.36%,误诊 6 例,其中 1 例误诊为炎性包块,1 例未见任何征象而漏诊正常,4 例误诊为纤维瘤(图 2)。X 线钼靶共检出 39 例,检出率 88.64%,误诊 5 例,其中 1 例误诊为外伤所致,1 例误诊为乳腺增生,3 例误诊为良性病变(图 3)。31 例良性病变中,X 线钼靶将 3 例诊断为恶性病变;超声将 4 例诊断为恶性病变。而 BP 神经网络模型将测试组 45 例



注:患者,女,25岁,右乳头溢液1余年就诊。a.超声:右乳腺内上象限见一个低回声团,大小约27 mm×18 mm×26 mm,边界清晰,形态规则,内部回声均匀,后方回声无改变。CDFI示内部未见血流信号,诊断为纤维瘤。b.右侧足轴位,c.右内外侧斜位:右乳内上象限可见少量细小钙化影。钼靶和神经网络均判为恶性病变,术后病理:右乳浸润性导管癌。

图2 超声和X线钼靶诊断



注:患者,女,46岁,右乳肿块就诊。a.超声:右乳腺外上象限10点钟位见一个低回声团,大小约16 mm×10 mm×17 mm,边界清晰,形态欠规则,内部回声均匀,后方回声无改变。CDFI示内部未见血流信号。不能准确定性。b.右乳头足轴位,c.右乳内外侧斜位:右乳外上侧可见一稍高密度肿块影,大小约17 mm×17 mm×9 mm,判断为良性病变。神经网络判断为恶性病变,术后病理:右乳浸润性导管癌。

图3 超声和X线钼靶诊断

中的1例恶性判断为良性,1例良性判断为恶性。BP神经网络诊断模型诊断正确率高于X线钼靶和B超,差异具有统计学意义($\chi^2=11.529$, $P=0.0007$; $\chi^2=12.346$, $P=0.0006$),而X线钼靶和B超比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。BP神经网络诊断模型特异度、敏感度均高于X线钼靶和B超,差异具有统计学意义($P<0.05$),见表2。

表2 BP神经网络诊断模型与X线钼靶和B超良恶性鉴别结果的比较(%)

指标	X线钼靶 (n=75)	B超 (n=75)	BP神经网络模型 (测试组 n=45)
特异度	90.32	87.09	95.45
敏感度	88.64	86.36	95.65
诊断正确率	89.33	86.67	95.56

3 讨论

目前我国乳腺癌的发病率不断上升,给广大妇

女的身心健康带了严重的威胁,为了更有效降低死亡率,需要我们能早期发现、早期诊断及早期治疗,X线钼靶检查及彩色多普勒超声成为不可或缺的影像学检查方法。虽然两者各有优势,但同时也存在着各自的局限性。彩色多普勒超声可以清晰地显示致密型乳腺内肿块的形态、边界、结构等,适用于任何年龄段的女性,可反复检查。可是对于较小病灶或没肿块的钙化显示不佳,极易造成漏诊。乳腺钼靶X线摄影对于脂肪型乳腺的对比相对良好,能更好地显示肿块。可是对于年轻女性、哺乳期或致密型乳腺,由于腺体与病灶之间缺乏明显的对比度,故较容易漏诊。X线钼靶检查联合彩色多普勒超声,应该有助于钼靶未见的肿块及超声未见的钙化的乳腺癌的早期发现与诊断。但是怎样联合分析这两种不同的检查方法获得的信息是一个问题。由于目前我国许

多医院超声和 X 线分属不同科室,所以在分析超声和 X 线检查图像时,一般由超声科医生和放射科医生单独进行,不能将两种检查方法有机结合起来,两种检查结果之间虽然能够相互补充,但是也存在相互矛盾之处,如何综合两种检查结果,对患者的病情做出准确的判断,需要依靠影像科医生长期积累的经验,而且这是一个相对主观的过程,这样在一定程度上影响诊断。

人脑是通过这种神经网络的网络状结构处理信息的,但人脑的变换函数具体是怎样的,现在还弄不清楚,我们只能通过这样一组加权,加上一个激活函数来模拟人脑。因此在人工神经网络结构中也是通过这样的一种多层结构来实现神经元的连接。多个输入,以及一个轴壳来处理这些输入,上一层的输出作为下一层的输入,最终得到一个输出^[6]。BP 人工神经网络是一种优秀的非线性模式分类器,通过学习能够将所学样本记忆在各神经元的连接权重上,只要网络训练在要求的误差精度内收敛,则所有训练样本的输出都是正确的。同时 BP 网络具有一定的泛化能力,对于未学习的样本同样具有很好的分类能力。BP 神经网络具有人脑的深度学习,不断进步的优点,又比人脑客观^[7]。BP 神经网络在诊断中得到愈来愈广泛的应用,它可以综合多个参数并提供多变量分析,不仅使医生的诊断过程更加客观,而且提高了诊断效率。在本研究中,BP 网络对测试集样本的诊断敏感度、特异度和总的正确率分别为 95.65%、95.45% 和 95.56%,试验结果证实了它的泛化能力。此外,BP 网络将主要 X 线和 B 超表现指标作为输入,其行为与实际的临床的诊断过程非常相似,网络的诊断输出结果具有很强的说服力。

本研究只是 BP 网络在诊断乳腺结节的初步应用,还有很多地方有待进一步探讨。首先,在 BP 中,网络的输入可以是影像表现和临床特征的指标,因此结合临床实践可以将这些征象及其他一些临床特征作为网络的输入。其次,对于采用 Sigmoid 传递函

数的 BP 网络,其输出是 0,1 的实数。多数研究都是根据网络的输出值,以 0.5 为临界值判断为良性或恶性^[8]。在临床诊断实践中,通常将诊断结果分为肯定良性、可能良性、可疑、可能恶性和肯定恶性 5 级,它们能否与网络的输出范围(0,1)对应起来有待进一步的试验验证。另外,由于病例教少,本研究只使用了 30 例给神经网络学习和训练,如果神经网络有更多的病例进行深度学习,判别效果可能更好。

综上所述,人工神经网络的应用属于计算机辅助诊断的范畴,不能代替临床医师的诊断。因此,如何使人工神经网络更好地辅助医师,特别是低年资医师做出正确的临床诊断,是人工神经网络技术应用于临床实践的关键所在。

参考文献:

- [1]邵真真,李军楠,赵玉梅,等.影响乳腺 X 线摄影和超声检出早期乳腺癌的流行病学相关因素分析 [J]. 中华放射学杂志,2017,51(2):127-131.
- [2]刘淑敬,杨光,李亚男,等.三阴性乳腺癌 X 线征象及临床病理分析[J].实用放射学杂志,2016,32(7):1043-1047.
- [3]陈欣,黄环,晋瑞,等.乳腺浸润性小叶癌与浸润性导管癌 X 线表现的对比分析[J].实用放射学杂志,2015,31(9):1435-1438.
- [4]秦刚,谢玉蓉,曾畅.B 超联合钼靶 X 线检查在乳腺癌诊断中的临床价值探讨[J].现代诊断与治疗,2014(9):2059-2060.
- [5]邵真真,李军楠,赵玉梅,等.影响乳腺 X 线摄影和超声检出早期乳腺癌的流行病学相关因素分析 [J]. 中华放射学杂志,2017,51(2):127-131.
- [6]章毅,郭泉,王建勇.大数据分析的神经网络方法[J].工程科学与技术,2017,49(1):9-18.
- [7]Makris GM,Pouliakis A,Siristatidis C,et al.Image analysis and multi-layer perceptron artificial neural networks for the discrimination between benign and malignant endometrial lesions [J].Diagn Cytopathol,2017,45(3):202-211.
- [8]Raua HH,Hsu CY,Lin YA,et al.Development of a web-based liver cancerprediction model for type II diabetes patients-by using an artificial neural network [J].Comput Methods Programs Biomed,2016,125(1):58-65.

收稿日期:2018-4-16;修回日期:2018-4-26

编辑/成森