

·医学信息学·

BP神经网络在中医药研究领域中的应用

付姝菲¹,刘宏艳¹,任海燕¹,李戈²,陈莉莉³

(1.天津中医药大学中医学院,天津 301617;

2.天津中医药大学健康科学与工程学院,天津 301617;

3.天津中医药大学附属保康医院,天津 300190)

摘要:目的 探讨BP神经网络在中医药研究领域的应用概况。方法 检索中国知网、万方数据知识服务平台、维普资讯中文期刊服务平台、中国生物医学文献服务系统和PubMed等中英文数据库,纳入以BP神经网络及中医、中药为主题的相关文献,分析应用情况。结果 符合纳入标准的文献363篇,最早发表于1993年。183篇隶属中医研究领域,涉及中医四诊信息分析与证候辨识,智能选方与方剂效能预测,180篇隶属中药研究领域,涉及中药工艺优化、鉴定、质控等多个方面,黄芪、甘草、丹参等为关键词中的高频研究药物。结论 BP神经网络自适应性强,善于处理非线性、含有噪声的数据,在中医药研究领域具有一定优势,应用广泛,有助于中医药信息化不断发展。

关键词:BP神经网络;中医药信息化;四诊客观化;工艺优化

中图分类号:TP183;R2-03

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2021.12.004

文章编号:1006-1959(2021)12-0012-04

The Application of BP Neural Network in the Research Field of Traditional Chinese Medicine

FU Shu-fei¹,LIU Hong-yan¹,REN Hai-yan¹,LI Ge²,CHEN Li-li³

(1.School of Traditional Chinese Medicine,Tianjin University of Traditional Chinese Medicine,Tianjin 301617,China;

2.School of Health Science and Engineering,Tianjin University of Traditional Chinese Medicine,Tianjin 301617,China;

3.Baokang Hospital Affiliated to Tianjin University of Traditional Chinese Medicine,Tianjin 300190,China)

Abstract: Objective To explore the application status of BP neural network in the field of Chinese medicine research. **Methods** Searching Chinese and English databases such as CNKI, Wanfang Data Knowledge Service Platform, Weipu Information Chinese Journal Service Platform, China Biomedical Literature Service System, PubMed and other Chinese and English databases, and included relevant literature on BP neural network and Chinese medicine as the subject, and analyzed the application situation. **Results** 363 documents that met the inclusion criteria were first published in 1993. 183 articles belong to the research field of traditional Chinese medicine, involving information analysis and syndrome identification of the four diagnosis of traditional Chinese medicine, intelligent prescription and prescription efficacy prediction, 180 articles belonged to the research field of traditional Chinese medicine, involving many aspects of traditional Chinese medicine process optimization, identification, quality control, etc., astragalus, licorice, Danshen, etc. were the high-frequency research drugs in the keywords. **Conclusion** BP neural network has strong adaptability and is good at processing non-linear and noisy data. It has certain advantages in the field of Chinese medicine research and is widely used, which is helpful for the continuous development of Chinese medicine informatization.

Key words: BP neural network; Informationalization of Chinese medicine; Four-diagnosis objectification; Extraction process

反向传播(back propagation, BP)神经网络于1986年由Rumelhart与McClelland为代表的科学家团队提出,是指基于误差逆传播算法的多层前馈网络。BP神经网络模型的拓扑结构通常由一个输入层、一个输出层和一个或多个隐层构成,信号经输入层输入,通过隐含层计算由输出层输出,如输出值与标记值有误差,将误差反向传播至输入层,对神经元权值进行调整^[1]。BP神经网络具有良好的自组织适应性、学习能力与对复杂非线性系统的分析与识别功能,在疾病诊断^[2]、病情预测^[3]、发病相关因素分析^[4]、疾病预后^[5]等医学领域的应用愈发广泛。本文旨在通过文献分析总结BP神经网络在中医药研究领域

中的应用现状,以期为解决相关问题提供参考。

1 资料与方法

1.1 检索策略 检索中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台(WANFANG DATA)、维普资讯中文期刊服务平台(VIP)、中国生物医学文献服务系统(Sinomed)和PubMed等中英文数据库。以中文主题词“BP神经网络/反向传播神经网络”“中医/中药”等,英文主题词“Back Propagation Neural Network/BP neural networks”“traditional Chinese medicine/TCM”等构建检索策略。检索时间为各数据库建库至2020年12月31日。

1.2 纳入与排除标准 纳入以BP神经网络在中医药研究领域中的应用为主题的硕博学位论文、期刊论文、会议论文。排除综述、Meta分析、系统评价类文献、重复发表或雷同文献。

1.3 数据资料提取与分析 应用Microsoft Excel建立文献数据资料提取数据库,采集文献的发表信息(发表年份、来源、语种、题目、类型、第一作者等),研究领

基金项目:1. 中国工程院2019年重大咨询项目子课题(编号:2019-ZD-6-03);2. 天津市教委科研计划项目(编号:2017KJ156)

作者简介:付姝菲(1981.6-),女,吉林吉林人,博士,副教授,主要从事循证中医药学研究工作

通讯作者:刘宏艳(1972.9-),女,天津人,博士,副教授,主要从事中西医结合研究工作

域(中医、中药),研究具体内容等相关信息。由两名信息员进行数据录入并交叉核对,以保证数据的完整性和准确性。采用频数,构成比等统计方法进行分析。

2 结果与分析

2.1 文献筛选结果 根据检索策略,各数据库共检出文献 670 篇,去除重复检出 245 篇,按照纳入与排除标准最终纳入文献 363 篇,其中英文文献 33 篇,文献筛选流程见图 1。

2.2 文献基本信息 此类研究最早发表于 1993 年,讨论应用神经网络评价中药威灵仙的质量^[6],2003 年起发文量逐步增长,2011 年达到最高峰,年发文量 27 篇,各年度发文情况见图 2 所示(2020 年尚有文章持续被收入数据库)。纳入的文献以期刊论文

为主,占 58.40%(212/363),学位论文 139 篇,占比 38.29%(139/363),其中 30 篇为博士论文;另外还有会议论文 12 篇。贺娟、程翼宇作为核心研究者的发文量最多,各 8 篇。收录此类研究的主要刊物见表 1。

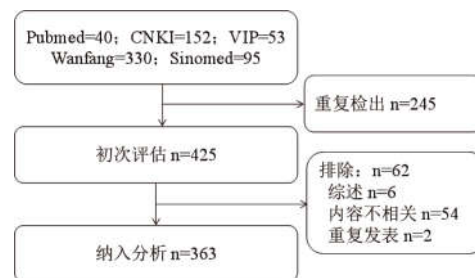


图 1 文献筛选流程图

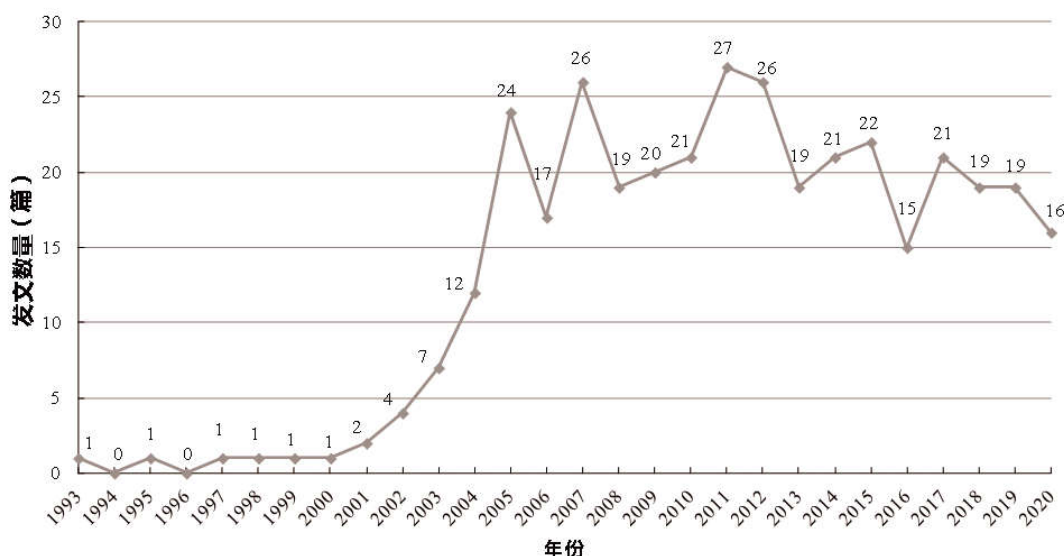


图 2 BP 神经网络在中医药研究领域中的应用年发文情况

表 1 BP 神经网络在中医药研究领域中应用发文章刊(发文量≥5 篇)

期刊名称	发文数量(篇)
中华中医药杂志	10
中国中药杂志	10
光谱学与光谱分析	9
计算机工程与应用	8
中草药	7
时珍国医国药	6
中国中医药信息杂志	5

2.3 文献分析结果 纳入的 363 篇文献中有 183 篇(50.41%)隶属中医相关研究领域,应用 BP 神经网络辅助辨证,诊疗等方面;另外 180 篇文献(49.59%)隶属中药研究领域,基于 BP 神经网络优化提取工艺,分类分级鉴别等。

2.3.1 基于 BP 神经网络的四诊信息分析与证候辨识 BP 神经网络在中医四诊信息分析中应用广泛,望诊以舌诊为主,涉及 19 篇文献,通过数字化舌象多重特

征参数反复训练,对舌色、舌形、舌苔等进行自动分类识别^[7],见表 2;另外,基于 BP 神经网络反复校正的计算机图像检测,尚可对眼神^[8]、面色^[9]等特征信息进行处理。中医闻诊从听声音、嗅气味角度诊察疾病,利用支持向量机、BP 神经网络,结合小波包能量值和 Shannon 熵值为中医声诊开展客观化研究提供思路^[10];而结合高精度曲线拟合模型的电子鼻系统能够稳定地反应气味数据的类别信息^[11]。BP 神经网络在脉象识别中的应用是四诊信息分析中应用最为广泛的,涉及 40 篇文献,近年来随着算法不断改进,针对特征复杂,种类繁多的脉象信息识别精度不断提高^[12],BP 神经网络在四诊信息分析中的应用为中医理论指导下的人体健康状态辅助诊断提供了客观依据。

表 2 基于 BP 神经网络的四诊信息分析

研究类别	研究方向	发文数量(篇)
望诊	舌诊、面色、眼神	24
闻诊	声诊、口腔气味	6
脉诊	脉象识别	40
四诊综合	病案数据挖掘	1

此外,四诊信息客观化为准确的中医辨证打下了坚实基础,基于BP神经网络的体质辨识、证候分类涉及文献52篇,病种13个,其中对于冠心病、高血压、肿瘤(大肠癌、胃癌)的研究最多,不仅为中医证候判断提供有效支撑,同时又与实验室理化指标充分结合,使辨证准确度更高。

2.3.2 基于BP神经网络的智能选方与方剂效能预测 BP神经网络在中医辨证领域中的广泛应用,为“方-证要素对应”原则指导下的智能选方奠定了基础^[13],为复杂病机的临证辅助选药组方开辟了思路。同时,BP神经网络也为挖掘中药复方药性特征与功效间的非线性不确定关联提供了新的技术支撑,使中药复方功效的快速预测成为可能^[14],目前以126种补益类中药复方为样本分析对象,对补气、补血、补阴、补阳功效预测准确率可达92.5%。同时应用BP神经网络也促进了复方配伍的进一步优化^[15],以半夏、生姜、甘草三泻心汤为研究模板,提出了拆方优化实验设计同时结合人工智能数据挖掘,实现复方类方的知识发现。

2.3.3 基于BP神经网络的中药多角度研究 180篇文献涉及BP神经网络在中药相关研究领域中的应用,主要包括提取工艺优化(52篇),分类分级鉴定(41篇),品种质量控制(38篇),以及性味归经药性研究(15篇),药效评价(11篇),成分分析预测(10篇)等。如应用BP神经网络结合正交试验优化解毒止血颗粒的提取工艺^[16];基于多参考相关系数法和BP神经网络的近红外光谱法快速识别炉甘石^[17];通过聚类分析、判别分析结合BP神经网络可对皂角刺及其伪品准确分类^[18];采用BP神经网络构建的补虚药分类模型,预测结果正确率可达83.3%^[19],另外,对于中药材适生地选址^[20],中药废水处理^[21],价格预测^[22]等也有报道。180篇BP神经网络在中药相关研究领域中的应用,文献关键词涉及中药主要为黄芪、甘草、丹参等,见表3。

表3 BP神经网络在中药相关研究领域中的应用文献关键词涉及中药(频次≥3)

药名	频次	主要研究方向
黄芪	7	提取工艺优化
甘草	6	提取工艺优化;质量控制
丹参	6	提取工艺优化;质量控制
大黄	4	鉴定
红芪	4	提取工艺优化
金银花	3	药效评价;质量控制

2.3.4 BP神经网络在中医药其他领域中的应用 BP神经网络可用于中医证候、证素与西医指标的相关性分析^[23],针刺疗效的量化描述^[24],经穴电信号特性分析^[25]以及提高按摩机器人的穴位寻找行

为精度等^[26]。另外,运用神经网络基于运气理论分析发病与气象因素的相关性也备受关注^[27]。

3 总结

本研究通过对363篇现代文献分析表明BP神经网络在中医药研究领域运用广泛,涉及中医四诊信息分析与证候辨识,智能选方与方剂效能预测,中药工艺优化、鉴定、质控等多个方面。由于BP神经网络对于研究资料的类型、分布具有一定的容错性,可通过自我学习,自我调整逐步实现输入变量和输出变量之间的复杂映射关系,因此对于一些传统统计学方法不能完全适应的数据资料,应用BP神经网络也可以进行客观分析。这种对于资料类型限制性较小,善于处理模糊、非线性、含有噪声的数据特点,加之其能够利用资料全部信息的“学习性”和“自适应性”,使BP神经网络在中医药学研究领域数据挖掘中具有一定优势。诸如BP神经网络之类的人工智能算法必将赋能中医药大时代,促进中医药信息化、智能化发展,以此助力中医药健康产业传承与发展。

参考文献:

- [1]Wu JH,Wang GL,Li XM,et al.Comparison of BP Neural Network Model and Logistic Regression in the Analysis of Influencing Factors of Violence in Hospitals [J].Applied Mechanics&Materials,2011(50-51):964-967.
- [2]袁炫晃.基于BP神经网络对乳腺癌诊断的分析与预测[D].大连理工大学,2019.
- [3]刘麟,占顺堂,王克伟,等.基于改进BP神经网络模型的阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征发病率预测[J].国际感染病学(电子版),2019,8(4):1-3.
- [4]向伦辉,袁国平,杨兴堂,等.上海市宝山区手足口病与气象因素关系的反向传播神经网络模型研究[J].中华疾病控制杂志,2015,19(2):138-141.
- [5]孟濬,邓晓雨,虞捷舟.基于变量聚类的BP神经网络术后生存期预测模型[J].浙江大学学报(工学版),2018,52(12):2365-2371.
- [6]蔡煜东,宫家文,甘骏人,等.运用人工神经网络法评价中药威灵仙的质量[J].中国中药杂志,1993(9):518-520.
- [7]Zhang J,Qian J,Yang T,et al.Analysis and recognition of characteristics of digitized tongue pictures and tongue coating texture based on fractal theory in traditional Chinese medicine[J].Comput Assist Surg(Abingdon),2019,24(sup1):62-71.
- [8]张红凯.中医眼神特征识别方法研究及临床应用[D].上海中医药大学,2015.
- [9]陈梦竹,岑翼刚,许家伦,等.基于图像处理的望诊面色自动识别研究[J].中国中医药信息杂志,2018,25(12):97-101.
- [10]黄太浩.基于五脏相音理论的中医声诊客观化研究[D].上海中医药大学,2017.
- [11]陈海芬.基于曲线拟合的口腔气味特征提取与分析方法研究[D].哈尔滨工业大学,2009.

(下转第18页)

(上接第14页)

- [12]盛雅兰,王珍,余侃侃.基于Hadoop环境BP改进算法的脉象识别应用研究[J].中国中医药信息杂志,2018,25(3):102-106.
- [13]周璐,李光庚,孙燕,等.复合结构智能化辨证选方模型的构建[J].世界中医药,2018,13(2):479-483.
- [14]李咪咪,章新友,仵倚,等.基于BP神经网络中药复方功效的预测研究[J].中医药导报,2016,22(16):38-41.
- [15]杨笑曦,易烽明,田卫群,等.BP人工神经网络在益肾合剂配伍组方优化建模中的应用 [C]//中国生物医学工程学会成立30周年纪念大会暨2010中国生物医学工程学会学术大会.2010:269-275.
- [16]刘李梅,彭伟,涂禾,等.BP人工神经网络结合正交试验优化解毒止血颗粒的提取工艺 [J].世界中医药,2019,14(11):2870-2874.
- [17]Sun Y,Chen L,Huang B,et al.A Rapid Identification Method for Calamine Using Near-Infrared Spectroscopy Based on Multi-Reference Correlation Coefficient Method and Back Propagation Artificial Neural Network[J].Appl Spectrosc,2017,71(7):1447-1456.
- [18]回音,王丽君,江坤,等.中药皂角刺质量的化学模式识别研究[J].沈阳药科大学学报,2019(2):123-129.
- [19]刘莉萍,章新友,郭永坤,等.基于BP神经网络的中药性味归经与补虚药药效研究[J].软件导刊,2019,18(6):6-9.
- [20]祁萌,王艳,何若雪.基于改进PSO-BP算法的中药材适生地选址研究[J].成都工业学院学报,2019,22(1):45-47.
- [21]Shi Y,Zhao XT,Zhang YM,et al.Back propagation neural network (BPNN)prediction model and control strategies of methanogen phase reactor treating traditional Chinese medicine wastewater(TCMW)[J].J Biotechnol,2009,144(1):70-74.
- [22]陈连芳.浅谈基于BP神经网络的中药材价格关联预测[J].中外交流,2018(52):190.
- [23]王嘉祺,冯燕飞,张政,等.2型糖尿病的中医证型和中医证素与西医指标的相关性分析 [J].中国医药导刊,2020,22(3):187-192.
- [24]李文明,陈修明,梁利宇,等.面瘫针刺疗效的量化描述手段研究[J].中医临床研究,2019,11(14):1-5.
- [25]王子民.经穴电信号特性分析与分类算法研究[D].西安电子科技大学,2013.
- [26]张秋云,张营,李臣.遗传算法优化BP神经网络在中医按摩机器人中的应用[J].应用科技,2017,44(2):73-77.
- [27]Zhang X,Hao Y,Fei Z,et al.Effect of meteorological factors on incidence of tuberculosis:A 15-year retrospective study based on Chinese medicine theory of five circuits and six qi[J].Chinese Association of Traditional and Western Medicine,2015,21(10):751-758.

收稿日期:2021-01-31;修回日期:2021-02-10

编辑/肖婷婷