

· 综述 ·

基于数据挖掘技术的中医学隐性知识显性化分析

范铁兵¹, 宁秋萍², 杨志旭², 顾东黎¹, 朱晓博¹, 燕婧^{3*}

(1. 中国中医科学院, 北京 100700; 2. 中国中医科学院西苑医院, 北京 100091;
3. 中国农业大学, 北京 100083)

[摘要] 隐性知识是知识的核心, 中医学隐性知识是中医学的重要组成部分。中医学隐性知识显性化是实现中医学知识有效交流与共享的必要条件, 是促进中医学发展与创新的重要保障, 但中医学隐性知识显性化过程会受到诸多因素的影响。数据挖掘技术能够从大量的、不完全的、模糊的、随机的实际应用数据中, 提取隐含在其中的、事先未知的、潜在的、有用的信息和知识。基于数据挖掘技术提取隐性知识的优势, 本文围绕关联规则分析、复杂系统熵聚类分析、决策树分析、因子分析、贝叶斯网络分析等数据挖掘技术支持下的中医学隐性知识显性化进行了研究。通过文献分析与整理, 以具体数据挖掘技术为分类标准和主线, 研究对象涉及单个医家、古代医学典籍及现代临床研究等, 研究内容涉及中医病因病机、治则治法、辨证规律、方剂使用规律、药对组方规律及其相关性等多个层面的中医学隐性知识。结果表明, 针对研究内容的特点, 选取针对性的数据挖掘技术能够实现中医学隐性知识的显性化, 这有利于拓展中医学隐性知识显性化的渠道, 有利于提高中医学隐性知识显性化的程度, 有利于最大限度的实现中医学隐性知识显性化与共享。基于数据挖掘技术在中医学隐性知识显性化过程中的积极作用, 具有中医特色的数据挖掘传承平台应加以推广、整合与优化, 促进中医学的传承与创新。

[关键词] 数据挖掘; 隐性知识; 显性化; 研究; 综述

[中图分类号] R287 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)10-0221-06

[doi] 10.13422/j.cnki.sjfx.2017100221

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170307.1615.012.html>

[网络出版时间] 2017-03-07 16:15

Externalization of Tacit Knowledge in TCM Based on Data Mining Technology

FAN Tie-bing¹, NING Qiu-ping², YANG Zhi-xu², GU Dong-li¹, ZHU Xiao-bo¹, YAN Qiang^{3*}

(1. Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China;
2. Xiyuan Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100091, China;
3. China Agriculture University, Beijing 100083, China)

[Abstract] Tacit knowledge is the core of knowledge, and traditional Chinese medicine (TCM) tacit knowledge is an important part of TCM science. Externalization of tacit knowledge in TCM is a necessary condition for effective exchange and sharing of TCM knowledge, and important guarantee to promote the development and innovation of TCM. However, the process of externalizing tacit knowledge is affected by many factors. Data mining technology can extract unknown, potential, useful information and knowledge hidden in a large number of incomplete, fuzzy, random practical application data. By taking advantages of data mining technology in extracting implicit knowledge, this study focused on externalization of tacit knowledge in TCM with support of association rules analysis, complex system entropy clustering analysis, decision tree analysis, factor analysis, bayesian network

[收稿日期] 20161224(001)

[基金项目] 国家中医药管理局中医药传承博士后建设项目(ZYGL-2014-RJB-001)

[第一作者] 范铁兵, 硕士, 从事脾胃病的中医药防治研究, Tel:010-64089761, E-mail: fantb1985@163.com

[通讯作者] * 燕婧, 博士, 从事英语语言文学、中医医史文献研究, Tel:010-62736528, E-mail: yanqiang@cau.edu.cn

analysis and other data mining technologies. Through literature analysis and collation, with specific data mining technology as classification criteria and main line, the study involved individual physicians, ancient medical classics and modern clinical researches, with content involving TCM pathogenesis, the rule of treatment, dialectical law, regularity of using prescriptions, regularity of herbal pairs and composition and other aspects of tacit TCM knowledge. The results showed that, according to the characteristics of the research content, specific data mining technology can be selected to externalize tacit TCM knowledge, which is beneficial to expand the channels of externalizing tacit knowledge of TCM, and improve the externalization of tacit TCM knowledge and maximize externalization and sharing of tacit knowledge in TCM. Based on the active role of data mining technology in the externalization of tacit knowledge of TCM, the data mining and inheritance platforms with TCM characteristics shall be popularized, integrated and optimized to promote the inheritance and innovation of TCM.

[Key words] data mining; tacit knowledge; externalization; research; review

中医学蕴涵着大量的显性知识和隐性知识,其中隐性知识具有“只可意会不可言传”、“书不尽言、言不尽意、意不尽情”的特性,其较显性知识能创造更大的价值^[1-2]。古代医学典籍及近现代名老中医著书立说与临床经验等都蕴含着大量的中医学隐性知识,如何将这些宝贵的隐性知识传承下来迫在眉睫。但是,中医隐性知识显性化受到多种因素的影响,如传授者主观意愿^[3-4]、接受者领悟能力^[5]、两者间的信任程度、政策激励措施及经费保障^[6]等。数据挖掘技术能够从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中,提取隐含在其中的、事先未知的、潜在的、有用的信息和知识^[7]。数据挖掘技术包括关联规则分析、复杂系统熵聚类分析、决策树分析、因子分析、贝叶斯网络分析方法^[8]。通过数据挖掘技术,既可以从用药频次^[9-10]、药物功效^[11]、药物配伍^[12-13]、核心处方^[14-15]等方面分析疾病用药规律,又可以从病因病机^[16]、病位^[17]、证素^[18-19]、证型^[20-21]、治法^[22-23]等方面分析疾病辨证规律,亦可以从古代医家^[24-25]、近现代医家^[26-27]、流派医家^[28]等为角度进行研究,进而将单纯的方剂研究、疾病辨证研究与具体医家的学术思想和临床经验相结合,实现内化的中医学隐性知识显性化,以更好的促进中医学的发展与创新。因此,为了更好的传承中医学隐性知识,促进中医学的发展与创新,本文围绕数据挖掘技术下中医学隐性知识显性化进行研究。

1 关联规则分析

关联规则分析是从大量数据中发现项集之间的有趣关联,其中支持度和置信度是较为重要的概念,其中支持度反应规则的普遍性,置信度反应规则的可靠性^[29-30]。在中医临床资料数据挖掘技术中,关联规则分析方法运用最广泛、最成熟,具有使用方法

简单、结果清晰直观,更容易被理解与接受的优点,但也存在一些不足^[31]。

施学丽等^[32]基于关联规则分析方法对古代主要妇科医籍治疗恶阻的方药进行研究,结果显示治疗恶阻最为常见的配伍是以半夏为核心的配伍最为常见,其次是以竹茹为核心的配伍,与之相对应的方剂分别为六君子汤和橘皮竹茹汤;最为常见的病机为脾胃虚弱,其次肝胃不和。徐慧等^[33]收集杨秉秀治疗特发性男性不育症处方 156 首,运用关联规则对用药规律进行分析,结果显示处方药物以补虚药最为常见,其次为利水渗湿药、清热药、收涩药;从药物关联来看,主要是益气健脾药为基础,与补肾填精、利水渗湿、清热等药物交叉配伍,体现了五子衍宗丸的经典配伍,同时具体地反映了杨秉秀治疗特发性男性不育症的治法与用药特色。张奇等^[34]运用关联规则分析李涛运用中药治疗多发性硬化对患者 T 细胞亚群的影响,结果显示附子、柴胡、白芍、白术、土茯苓、甘草及枳壳组合能够降低患者 Th1 细胞,升高 Th2 细胞,其中附子的作用尤为显著。史话跃等^[35]运用关联规则分析法,将 617 例原发性肝癌患者病位、病性与客观指标的相关性进行分析,结果显示天门冬氨酸氨基转移酶,丙氨酸氨基转移酶,总胆红素,碱性磷酸酶, γ -谷氨酰转肽酶,CA125 等指标升高明显与病位“脾”关系密切;总胆红素,丙氨酸氨基转移酶,甲胎蛋白,CA125,碱性磷酸酶等指标升高明显与病位“胆”关系密切;总胆红素,丙氨酸氨基转移酶,碱性磷酸酶,CA125 等指标升高与病位“脾”、“胆”均有密切关系;癌胚抗原(CEA)升高与病性“水停”关系密切;总胆红素,CA125 指标升高病性“湿”密切相关;CA199,CA125 指标升高与病性“痰”关系密切;总胆红素升高与病性“热”密切相关;CA125 升高与病性“阴虚”关系密切。张敏

等^[36]基于关联规则,探讨了从脾胃论治失眠的用药规律,认为健脾养心安神外,应当兼顾疏肝解郁。郝玉英等^[37]运用关联规则分析方法,对曹锐治疗眩晕的医案进行了数据挖掘,最常用的 10 味药,5 个药对及常见的 3 味药组合,较客观地反映了曹锐治疗眩晕的辨治规律。

2 复杂系统熵聚类分析

复杂系统熵聚类分析是一种非监督的、能自组织的、快速的从海量数据中分析出核心的药物组合及病-证-症-药组合,具有数据适用性强、算法收敛速度快、相关性不对称及客观反映数据情况等优点^[38]。对于名老中医遣方用药规律的研究,可以从四气、五味、归经、功效等方面着手,将药物分为不同的类别,并根据高频药物聚类组合,得出具有治疗意义的基本方。但是,聚类分析结果,要反馈给名老中医,将数据挖掘结果与名老中医主观思想相结合,做到“人机结合”,避免用错误的研究结果代替名老中医思想。

史成和等^[39]运用复杂系统熵聚类技术对高忠英治疗慢性呼吸系统疾病的 389 首处方进行分析,单味药中太子参应用频率最高,其次为黄芪、熟地黄、五味子等,得到药物核心组合 34 个,其中 9 个为重要核心组合,药物使用情况与高忠英提出的治疗肺病应用补肺汤的学术观点相一致。唐仕欢等^[38]将古今医家治疗感冒的相关方剂进行总结与整理,建立感冒方剂数据库,运用复杂系统熵聚类方法进行分析,结果筛选出 13 个治疗感冒的最大核心组合处方,为抗感冒新药研发确立了候选处方。郭位先等^[40]筛选了颜正华治疗血瘀证的中药处方 114 首,然后运用关联规则和复杂系统熵聚类进行分析,挖掘出 12 个核心组合及 6 首新处方,对于继承颜正华治疗血瘀证用药规律及学术思想具有重要意义。王建华等^[41]收集了 982 例冠心病心绞痛合并动脉粥样硬化性血栓性脑梗死(简称“心脑血管病”)患者临床流行病学调查表,运用复杂系统熵聚类方法进行分析,结果显示心脑血管病患者证候可分为心肾阴虚、气虚痰瘀、痰热内蕴等 9 类,并总结出了各证候的特征,有利于开展中医证候客观化研究。张厂^[42]运用聚类分析方法对田德禄教授诊治的 66 例胃食管反流病处方进行了数据挖掘,结果显示焦神曲、焦麦芽、焦山楂;香附、苏梗、陈皮;半夏、陈皮;柴胡、黄芩等药物配伍较为常用,符合田德禄学术思想与临床实践经验。许金海等^[43]对施杞教授治疗腰椎间盘突出症的用药规律进行了聚类分析,结果显示益气活血药、补肾助阳药、驱风解表药、利水渗湿

药等为临床常用配伍药类,圣愈汤、身痛逐瘀汤、独活寄生汤等为常用基本方,反映了施杞的临床用药规律及学术思想。

3 决策树分析

决策树分析是数据挖掘中应用广泛且非常有效的分类方法,以分析和归纳利用信息理论为原则,通过对无序无规则的事例推测出决策树的分类规则,形成树形结构,分为根节点和叶节点,各节点代表不同类别或类分布,对数据过分相似及取值问题需要进行优化^[44]。临床研究中可以借鉴决策树分析方法,分析名老中医辨证规律及药物配伍规律,将隐性知识显性化。

余学杰等^[45]运用决策树分析方法将 803 位患者的 103 种证候进行分析,获取了 9 种证名和证候规则,如关于血瘀证的两条规则:“FB8 = '1' and FB70E = '1'为血瘀证(如果口唇紫黯且舌黯则为血瘀证);FB8 = '1' and FB70E = '0' and FB9 = '1'为血瘀证(如果口唇紫黯且睑下青黑则为血瘀证)”。黄嘉韵等^[46]收集 560 例鼻鼾临床资料,利用决策树分析方法建立鼻鼾辨证分型决策树模型,筛选出了 5 条判断规则,且正确率高达 93.10%,为鼻鼾辨证的信息化、系统化及标准化奠定了基础。吴嘉瑞等^[47]运用决策树分析方法,将相使、相恶药对及其药性信息进行分析,获得决策树模型成功分类 128 组数据,提取符合要求的规则 31 条,进而获取了部分常用相使相恶配伍的药性规律,有利于指导临床。郜洁等^[48]收集中西医结合治疗输卵管妊娠未破裂患者 350 例,建立决策树模型分析预后因子,结果显示模型中 12 个变量中血人绒毛膜促性腺激素(HCG)值、首次孕酮值、有无自然流产史等 5 个变量对预后较为重要,但血 HCG 值及首次孕酮值对预后影响最为重要。

4 因子分析

因子分析是从多种因素的相互关系入手,提取出少数几个彼此独立的公因子的多元统计分析方法,可以根据所有测定的变量内部相关性将变量进行分类,并以不同的公因子来表示^[49]多种具有共同影响作用的公因子,将海量数据信息进行简化,进而有利于在名老中医诊治疾病的多种因素中发掘公因子,将其诊治疾病过程中隐性信息显性化。但因子分析所需样本量较大,应为变量数的 5 ~ 10 倍^[50]。

唐斌擎等^[49]多中心收集 841 例感冒后咳嗽患者,运用因子分析其中医证候分布规律,结果共提取

了痰阻清窍证、肺脾两虚证、心阴亏虚证及风燥犯肺证等 4 个公因子,并建立了各证候的辨证要点,与临床实践较为相符。闫朝升等^[51]基于因子分析对先秦至清末针灸治疗中风半身不遂证用穴规律进行了研究,结果得出 20 个高频腧穴,8 个公因子,表明古代针灸处方按经脉、部位、病因进行取穴的规律,为传承古代针灸处方规律提供了科学依据。陈亮等^[52]运用因子分析对丁霞诊治的 98 例慢性胃炎患者的用药信息与临床表现相关性进行挖掘,结果提取药物组合公因子 9 个,可涵盖大部分信息,体现了调肝、理脾的用药特点,与丁霞临床治疗慢性胃炎注重脏腑关系,遵循从肝论治、调畅脾胃气机等原则和方法相一致,实现了治疗慢性胃炎隐性知识的显性化。郭强等^[53]收集了张荣发诊治的 101 例甲状腺功能亢进症患者资料与处方并形成数据库,然后运用因子分析法提取出药物组合公因子 7 个,可涵盖 86.31% 的信息,结果提示甲亢以实证为主,其基本病机为火热、痰凝、气滞与血瘀,但久病可致气虚、阴虚等,这与张发荣治疗本病初期重视从肝论治,中期化痰祛瘀为主,后期重视滋补肝肾等治疗特色相一致。金香兰等^[54]运用因子分析方法,对 428 例高血压患者的四诊信息进行了数据挖掘,得出了 26 个证候要素即公因子,并对具体证候要素分布情况进行了分析。

5 贝叶斯网络分析

贝叶斯网络是将概率统计与图论相结合的图形化网络模型,在不确定性知识的表达和推理方面具有独特优势^[55],可以描述数据变量之间的依赖关系和因果关系,通过拓扑图及概率表直观的表达出来,便于理解^[56]。中医理论指导下的贝叶斯网络分析方法可以为名老中医辨证规律、复方配伍、药物功效及相互作用提供依据,促进隐性知识显性化,但是样本量太小或取样偏差,可能导致对网络结构的错误认识。

沈忱^[56]将《本草纲目》中记载的活血化瘀药物系统梳理,运用贝叶斯网络分析活血化瘀药物功效与药理指标之间的关联关系,建立拓扑结构图和条件概率表,清楚地明确了活血化瘀与相关药理作用之间的关系网,预测当代文献中无活血化瘀功效而《本草纲目》记载有活血化瘀功效的 12 味药物可能具有活血化瘀功效。吴荣等^[57]收集名老中医诊治冠心病心绞痛医案 115 例,运用贝叶斯网络分析原始数据中症状与证候要素之间的因果关系,从中提取了血瘀、痰浊、气虚、阳虚、阴虚、内热、血虚及气滞

8 个证候要素,反映了冠心病心绞痛本虚标实的特点及名老中医对本病的认识,将名老中医辨证经验转化为定量表示的显性知识。徐璠等^[58]收集 835 例冠心病患者中医四诊证候信息,运用贝叶斯网络分析法对四诊证候信息进行分类识别研究,结果与专家辨证和先验知识具有较好的吻合度,心阳虚、心气虚、心阴虚、血瘀、痰浊等吻合度均在 65% 以上,其中心阳虚吻合度高达 84.85%,表明贝叶斯网络分析法在辨证信息隐性知识显性化上具有一定优势。唐启盛等^[59]运用贝叶斯网络分析方法对 611 例抑郁症患者的中医证候横断面数据进行了分析,结果得出 6 个中医证候,并且比较符合中医基本理论。

6 结语

综上所述,关联规则、复杂系统熵聚类分析、决策树分析、因子分析及贝叶斯网络分析等数据挖掘技术在深入分析古典医籍诊治经验、传统中医病位病性与现代医学客观指标的相关性、名老中医辨证与症状间的因果关系、名老中医辨证与处方用药规律、发掘核心药物组合与处方等中医隐性知识显性化研究中发挥重要作用,同时有利于开发有价值的新处方。通过运用数据挖掘技术对大量中医数据的研究,能够从现象中寻找隐藏的规律,是拓展中医学隐性知识显性化渠道、提高中医隐性知识显性化程度、最大限度地实现中医学隐性知识显性化与共享的重要工具。

数据挖掘技术在中医学隐性知识显性化研究中具有积极促进作用,但是数据挖掘结果错综复杂,不能单纯依赖于数据挖掘结果,务必遵循“人机结合,以人为本”的原则,进行人机交互,去粗取精、去伪存真,使数据挖掘结果最真实地反映医家学术思想及临床实际^[60]。但是,中医药数据具有时间跨度大、类型多样、内容复杂、定性描述为主、隐私性、冗余性等特点^[61-62],加之数据挖掘技术对数据规范性要求较高、数据基础量要求较大等局限性^[63],在一定程度上制约着数据挖掘技术在中医学隐性知识显性化中的应用。不同研究内容的中医药数据各有不同特点,需根据所研究内容与学科的特性,结合各数据挖掘方法的优缺点与适应范围,选择针对性较强的数据挖掘方法,将挖掘结果在临床实践中反复揣摩、验证与升华,最终实现数据挖掘结果的科学性、合理性和严谨性。

数据挖掘技术是多学科交叉研究的领域,需要掌握多种相关学科技术人员才能较为熟练应用,这

为中医临床医师应用数据挖掘技术挖掘中医隐性知识带来了巨大困难。因此,将相关数据挖掘技术集成为具有中医特色的数据挖掘平台,如中医传承辅助系统软件^[64]、中医名医医案分析系统^[65]等,能够为挖掘中医隐性知识及促进隐性知识的显性化带来巨大便利,进而有助于促进中医的传承、发展与创新。

[参考文献]

[1] 廖育群. 医者意也:认识中医[M]. 桂林:广西师范大学出版社,2006:42.

[2] 汤莉娜,申俊龙,赵宁. 有效提高中医隐性知识传承的策略研究[J]. 中医杂志,2014,55(6):451-454.

[3] 李长玲. 隐性知识共享的障碍及其对策分析[J]. 情报理论与实践,2005,28(2):129-131.

[4] 游诗咏. 基于隐性知识转化的中医医院知识管理模式研究[J]. 现代医院,2014,14(3):6-8.

[5] 范铁兵,朱晓博,顾东黎,等. 从中医急诊角度浅谈中医药隐性知识传承存在的问题与对策[J]. 中国中医急症,2016,25(6):1023-1027.

[6] 康小梅,张华敏,尚文玲,等. 基于文献的中医隐性知识转移机制研究进展的分析与探讨[J]. 世界中医药,2015,10(7):1096-1099.

[7] 廖亮. 数据挖掘技术在医疗信息管理中的应用[J]. 中国科技信息,2016,1(11):54-56.

[8] 马梦羽,沈璐,文天才,等. 数据挖掘技术在中医诊疗数据分析中的应用[J]. 中国中医药信息杂志,2016,23(7):132-136.

[9] 张京春,谢元华,蒋跃绒,等. 陈可冀辨治冠心病医案证法方药的频数分析[J]. 中医杂志,2008,49(10):901-902.

[10] 程宾. 邓铁涛医案研究及交互式网站的构建[D]. 广州:广州中医药大学,2006.

[11] 仕丽,胡少丹,闫洪臣. 以聚类分析法分析闫洪臣教授治疗内伤咳嗽用药规律[J]. 长春中医药大学学报,2015,31(4):755-756.

[12] 何文静,顾浩,麦合苏木·艾克木,等. 基于关联规则的维吾尔医治疗异常黑胆汁方剂药性配伍规律研究[J]. 中华中医药杂志,2016,31(5):1809-1811.

[13] 吴嘉瑞,郭位先,张晓朦,等. 基于关联规则和熵聚类的颜正华教授治疗心系病证用药规律研究[J]. 中国中药杂志,2015,40(8):1601-1604.

[14] 孔繁飞,杨丽平,杨阳,等. 张炳厚治疗慢性肾小球肾炎用药规律聚类分析[J]. 中医杂志,2014,55(12):1007-1010.

[15] 赵良伟,李晓. 基于关联规则和熵聚类算法的丁书文教授治疗高血压病用药规律研究[J]. 临床合理用药,2016,9(5B):3-7.

[16] 李晓,刘翠. 丁书文诊治房性早搏症候群思辨过程中

隐含信息数据挖掘研究[J]. 山东中医杂志,2016,35(12):1044-1047.

[17] 于凌. 基于对《临证指南医案》的数据挖掘探讨不寐病位的相关问题[J]. 北京中医药大学学报,2012,31(9):682-683.

[18] 孙文军,曲森,唐启盛. 基于贝叶斯网络的广泛性焦虑症中医证候学规律研究[J]. 北京中医药,2014,33(6):403-405.

[19] 李敬华,蔡顺利,赵林冰,等. 中医医案的证素与检索研究[J]. 辽宁中医杂志,2012,39(3):439-441.

[20] 王文飞. 基于聚类分析对跟痛症中医证型的初步探讨[D]. 北京:北京中医药大学,2016.

[21] 吴晓新,陈百坚,曾瑞峰,等. 154例血栓前状态病例临床特征及中医证候分布规律的聚类分析[J]. 新中医,2014,46(4):77-79.

[22] 金海浩. 基于粗糙集重要度和因子载荷对“滋水涵木法”古代医案的数据分析[J]. 中国中医急症,2012,21(6):897-898.

[23] 刘耸峰,吕晓东,庞立健,等. 基于聚类分析探究中药复方治疗肺间质纤维化临床用药规律[J]. 世界中医药,2016,11(7):1370-1373.

[24] 班圆圆,赵惠淳,秦林,等. 《血证论》组方用药规律数据挖掘[J]. 中医杂志,2016,57(19):1693-1696.

[25] 焦宁,张登山,徐瑞荣. 《理虚元鉴》治疗虚劳的用药规律分析[J]. 辽宁中医杂志,2012,39(11):2138-2139.

[26] 张玉辉. 民国时期温病医案证候要素与应证组合规律研究[D]. 北京:中国中医科学院,2008.

[27] 吴嘉瑞,郭位先,张晓朦,等. 基于数据挖掘的国医大师颜正华含首乌藤处方用药规律研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(22):4464-4469.

[28] 晏婷婷,吴丽,王旭东. 基于数据挖掘的孟河医家治疗痹证[J]. 新中医,2012,44(9):98-99.

[29] 赵昌赣. 不确定性数据中的关联规则研究[J]. 中国中医药信息杂志,2010,17(2):48-52.

[30] 苏新宁,杨建林,江念南,等. 数据仓库和数据挖掘[M]. 北京:清华大学出版社,2006:116-150.

[31] 沈毅,傅萍,孔丽娅. 数据挖掘方法在名老中医用药规律研究中的应用[J]. 中医杂志,2016,57(10):890-893.

[32] 施学丽,邓家刚,蒋筱,等. 基于关联规则分析古代主要妇科医籍治疗恶阻的方药[J]. 西部中医药,2016,29(5):46-48.

[33] 徐慧,肖海鹏,尹跃兵,等. 基于关联规则的杨秉秀治疗特发性男性不育症用药规律研究[J]. 中国中医基础医学杂志,2016,22(3):412-415.

[34] 张奇,李涛,许勇钢,等. 基于关联规则挖掘治疗多发性硬化所用中药对患者T细胞亚群的影响[J]. 中国

- 中西医结合杂志,2016,36(4):425-429.
- [35] 史话跃,吴承玉.基于关联规则原发性肝癌病位、病性与客观指标的相关性研究[J].中医药导报,2016,22(9):38-40.
- [36] 张敏,黄俊山,周常恩,等.基于关联规则的失眠从脾胃论治用药规律探析[J].世界睡眠医学杂志,2016,3(1):37-39.
- [37] 郝玉英,曹锐,谢元华.基于关联规则的曹锐眩晕症医案用药规律研究[J].北京中医药,2016,35(1):25-29.
- [38] 唐仕欢,陈建新,杨洪军,等.基于复杂系统熵聚类方法的中药新药处方发现研究思路[J].世界科学技术—中医药现代化,2009,11(2):225-228.
- [39] 史成和,王秀娟,赵宇昊,等.运用复杂系统熵聚类技术探讨高忠英治疗慢性呼吸系统疾病经验[J].中医杂志,2010,51(3):268-270.
- [40] 郭位先,吴嘉瑞,张冰,等.基于关联规则和复杂系统熵聚类的颜正华教授治疗血瘀证用药规律研究[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(5):218-221.
- [41] 王建华,肖蕾,张哲,等.基于复杂系统熵聚类方法研究心脑合病证候提取[J].中国卫生统计,2016,33(2):295-297.
- [42] 张厂.田德禄教授治疗胃食管反流病用药规律聚类分析[J].现代中医临床,2014,21(6):13-15.
- [43] 许金海,邹学群,叶洁,等.基于聚类分析的施杞教授治疗腰椎间盘突出症的用药规律研究[J].中国中医骨伤科杂志,2013,21(3):20-24.
- [44] 马强.数据挖掘中决策树算法的优化应用研究[J].电子测试,2016(8):30-31.
- [45] 余学杰,李书珍,李晓燕,等.基于决策树提取中医专家辨证规律初探[J].辽宁中医杂志,2015,42(1):19-24.
- [46] 黄嘉韵,郭宏,邝艳萍.基于决策树算法的鼻鼾辨证规律初步研究[J].中华中医药杂志,2016,31(11):4770-4773.
- [47] 吴嘉瑞,秦丹,张冰,等.基于决策树算法的七情配伍相使相恶药性规律研究[J].中国医药指南,2014,12(3):157-158.
- [48] 郜洁,黄艳茜,胡昀昀,等.基于决策树的中西医结合治疗输卵管妊娠的预后因子分析[J].广州中医药大学学报,2016,33(4):494-497.
- [49] 唐斌擎,张天嵩,黄海茵,等.基于因子分析法探索感冒后咳嗽中医证候分布规律[J].中华中医药学刊,2012,30(5):1073-1075.
- [50] 岳振松,刁殿军,姜战胜,等.基于因子分析的乳腺癌证候要素及单证分布规律研究[J].辽宁中医杂志,2012,39(9):1673-1675.
- [51] 闫朝升,李丹,夏铭徽,等.基于因子分析的古代针灸治疗中风半身不遂症用穴规律研究[J].辽宁中医药大学学报,2015,17(6):85-87.
- [52] 陈亮,张寅,杜娜,等.运用因子分析探讨丁霞教授治疗慢性胃炎的用药规律[J].中华中医药杂志,2014,29(8):2489-2492.
- [53] 郭强,赵欢,雷星星,等.基于因子分析的张发荣教授治疗甲状腺功能亢进症用药特点研究[J].中华中医药学刊,2016,34(8):1849-1851.
- [54] 金香兰,张允岭,陈志刚,等.运用因子分析探讨原发性高血压病证候要素[J].北京中医药大学学报,2011,34(2):131-134.
- [55] 朱明敏.贝叶斯网络结构学习与推理研究[D].西安:西安电子科技大学,2013.
- [56] 沈忱.基于贝叶斯网络数据挖掘技术研究《本草纲目》活血化瘀类中药性-效-用关系[D].南京:南京中医药大学,2015.
- [57] 吴荣,聂晓燕,王阶,等.基于贝叶斯网络的名老中医治疗冠心病辨证规律研究[J].中国中医药信息杂志,2010,17(5):98-99.
- [58] 徐璿,许朝霞,许文杰,等.基于贝叶斯网络原理的835例冠心病病例中医证候分类研究[J].上海中医药杂志,2014,48(1):10-13.
- [59] 唐启盛,曲淼,包祖晓,等.抑郁症中医证候的贝叶斯网络研究[J].中医杂志,2008,49(11):1013-1015.
- [60] 刘兴方,韩学杰.数据挖掘技术在医案研究中的应用与讨论[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(9):247-250.
- [61] 吕庆莉.数据挖掘与复杂网络的融合及其在中医药领域应用[J].中草药,2016,47(4):1430-1436.
- [62] 秦文哲,陈进,董力.大数据背景下医学数据挖掘的研究进展及应用[J].中国胸心血管外科临床杂志,2016,23(1):55-60.
- [63] 邢泽欣.数据挖掘在方剂功效分析中的应用[D].石家庄:河北地质大学,2016.
- [64] 卢朋,李健,唐仕欢,等.中医传承辅助系统软件开发与应用[J].中国实验方剂学杂志,2012,18(9):1-4.
- [65] 于琦,王映辉,李敬华,等.中医名医医案分析系统研究[J].中国数字医学,2015,10(3):51-53.

[责任编辑 邹晓翠]