

DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2019.15.012

冠心病不稳定型心绞痛患者阳虚证卡方自动交互检测决策树识别模式研究

史琦¹, 孔艳华¹, 赵慧辉², 陈建新², 李友林¹, 王伟^{2*}

(1. 中日友好医院/国家呼吸疾病临床研究中心, 北京市朝阳区樱花东街 2 号, 100029; 2. 北京中医药大学中医学院)

摘要 目的 建立冠心病不稳定型心绞痛患者临床常规检测指标对阳虚证的识别模式。方法 采集 411 例冠心病不稳定型心绞痛患者的基本资料、中医四诊信息及临床常规检测指标, 对患者进行中医证候/证候要素及辨证分型的判断。经数据归一化处理后, 以 90 个临床常规检测指标为自变量, 以是否“阳虚证”作为因变量, 采用卡方自动交互检测 (CHAID) 决策树方法自动提取阳虚证的识别规律, 计算模型的敏感度、特异度和准确率。对其中 212 例患者进行阳虚证识别模式的外验证。结果 D-二聚体、血小板分布宽度 (PDW)、血清游离四碘甲状腺原氨酸 (FT4)、脂蛋白 (a) [LP (a)]、氯离子 (Cl⁻) 和凝血酶原时间 (PT) 共 6 个属性指标经筛选进入决策树模型。该模型对 411 例患者的测试结果显示: 敏感度为 74.7%, 特异度为 72.6%, 准确率为 73.0%。外验证模型缺失 Cl⁻, 模型识别准确率为 81.1%, 敏感度为 74.3%, 特异度为 82.5%。结论 CHAID 决策树模型可以基于临床常规检测指标数据清晰、直观地进行冠心病不稳定型心绞痛阳虚证的识别, 自动归纳识别规律。

关键词 冠心病; 不稳定型心绞痛; 阳虚证; 卡方自动交互检测; 决策树模型

中医证候的客观化研究在过去的几十年里大多集中于用生物学指标来阐述证候的机理, 这在一定程度上受到了现代医学研究方法和思路的局限。由于证候并不是机体局部的反映, 而是涉及多器官、多系统、多水平的整体反映, 因此, 某些生物学指标虽然表现出与证候的线性相关, 但在解释证候的整体性问题时却遇到了矛盾。

数据挖掘是将隐含的尚不为人知的、潜在有用的信息从数据库中提取出来, 建立计算机程序, 自动在数据库中细查以发现规律或者模式^[1]。数据挖掘技术适用于中医证候的相对特定规律性, 涵盖病理生理的多层次、多方面、多指标的非单一趋向改变等特性。在中医辨证模型的研究中, 决策树算法显示出极大的优势。首先, 中医四诊信息在现代医学看来多属于疾病非特异性临床表现, 在西医临床诊疗中几乎无足轻重^[2], 而决策树的方法从复

杂的中医四诊信息中提取了与相应证型最为相关的因素, 形成证候诊断模型。其次, 临床常规检测的众多指标是疾病诊断过程中的重要参考之一, 但在中医辨证过程中往往被忽视。宏观层面的中医证候与微观层面的生理病理进程的互通可能正是建立在这些检测指标的基础上^[3]。决策树在中医四诊及检测指标提供的信息中进行细查, 逐渐挖掘出隐含的规律, 形成证型的诊断规律, 从而有效地实现了中医证候的宏观特征与生物学指标的微观特征之间的沟通。本研究采用卡方自动交互检测 (chi-squared automatic interaction detector, CHAID) 决策树技术对冠心病不稳定型心绞痛患者阳虚证病例的临床生物学指标进行分析处理, 提取识别规律, 旨在探讨临床生物学指标的组合模式在冠心病不稳定型心绞痛患者中医证候/证候要素判断中的作用和意义。

1 临床资料

1.1 病例来源及诊断标准

研究病例来自 2010 年 4 月至 2011 年 4 月北京中医药大学东直门医院、中日友好医院、安贞医院、

基金项目: 国家科技重大新药创制专项 (2009ZX09502-018); 国家中医药管理局重点研究室; 中医药防治过敏性疾病北京市重点实验室 (BZ0321)

* 通讯作者: wangwei@bucm.edu.cn

武汉市中医医院、郑州市中医院及湖北省中医院心内科的冠心病不稳定型心绞痛住院患者共 411 例。

西医诊断标准参照美国心脏病学院(ACC)/美国心脏学会(AHA)/美国医师学院及美国内科学会(ACP-ASIM)联合议定的《慢性稳定性心绞痛诊疗指南(1999 年)》^[4]或中华医学会心血管病学分会 2000 年制订的《不稳定性心绞痛诊断和治疗建议》^[5]。

中医诊断标准参照《中医临床诊疗术语·证候部分》^[6]；辨证分型标准参照《中药新药临床研究指导原则(试行)》^[7]。

1.2 纳入标准

符合上述诊断标准；年龄 35 ~ 75 岁；自愿签订知情同意书。

1.3 排除标准

1) 合并急性心肌梗死、心肌炎、心包疾病、心脏神经官能症者；2) 其他疾病引起的心绞痛，如风湿热、梅毒、先天性冠脉畸形、肥厚型心肌病、主动脉瓣狭窄或关闭不全者；3) 合并脑中风、肺部感染、肾炎、肾功能衰竭、泌尿系感染、风湿病、心功能衰竭、重度心律失常、肿瘤、肝、肾、造血系统等严重原发性疾病；高血压病史血压未经控制或经控制后仍收缩压 ≥ 180 mmHg 和/或舒张压 ≥ 110 mmHg 者；4) 妊娠或哺乳期妇女；5) 过敏体质患者；6) 精神病患者。

2 方法

2.1 资料采集及辨证分型

患者于入院 24 h 内进行基本资料采集，详细记录中医四诊信息。由 3 名副主任医师及以上职称、具有相关临床工作经验 5 年及以上的临床医生对患者进行疾病诊断的基础上进行中医证候/证候要素的判断。入院 1 周内完成血常规、尿常规、血脂、空腹血糖、血清胰岛素、糖化血红蛋白、心肌酶谱、B 型尿钠肽、肝功能、肾功能、游离脂肪酸、尿酸、血清电解质、高敏 C 反应蛋白、纤维蛋白原、心电图、超声心动图、胸片等检查。

2.2 数据特征选择与预处理

本研究数据资料具有临床常规指标庞杂、计数资料和两分类变量混杂、存在缺失值及指标检测方法差异等特点，因此对数据进行特征性的选择与数据预处理：对于缺失值 $> 30\%$ 的作为识别规律的自变量无实际意义的指标予以剔除；对于与冠心病不稳定型心绞痛明确不相关的指标予以剔除；对所有最终入选指标进行归一化处理。经特征选择及预处

理后，共计有 90 项临床常规检测/检查指标用于决策树模型筛选。

2.3 数据挖掘及处理方法

经特征选择与数据预处理，将 90 个检测指标作为自变量，以是否“阳虚证”作为因变量进入决策树模型的筛选过程，其中“阳虚证”以“1”表示，“非阳虚证”以“0”表示。采用 SPSS 17.0 CHAID 决策树方法进行识别规律的挖掘。考虑样本数量的限制，为保证并促进树模型的良好生长，适当调整父节点数和子节点数。同时根据情况调整误分类成本相关选项。对训练集样本(预筛选指标)进行学习，采用分层十重交叉验证，最终获得中医证候/证候要素的决策树分类模型，并以敏感度、特异性、准确率都大于 70% 视为模型成立。真阴性(TN)、假阳性(FP)、假阴性(FN)、真阳性(TP)，敏感度 = $TP / (TP + FN)$ ，准确率 = $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$ 。

2.4 关联模式的验证

在上述研究基础上，从 411 例病例中选取来自同一中心的 212 例病例进行上述识别模式的外验证。将已经建立的模型中的属性指标作为自变量，以是否“阳虚证”作为因变量进入筛选过程。考虑自变量数量可能明显小于 90 项，故调整父节点和子节点，尽可能保证树模型的生长。同时采用十重交叉验证，判断验证模型的敏感性、特异性。

3 结果

3.1 411 例冠心病不稳定型心绞痛患者一般资料及证型分布

411 例患者中男 248 例(60.3%)，女 163 例(39.7%)，平均年龄 (60.93 ± 8.70) 岁。经临床辨证为阳虚证患者 79 例(19.2%)，非阳虚证患者 332 例(80.8%)。两组患者一般资料比较，在年龄、性别、吸烟、饮酒、病程、合并陈旧脑梗死、使用他汀类药物方面差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)，详见表 1。

3.2 阳虚证决策树识别模型的建立

应用 SPSS 17.0 CHAID 算法，对 90 个临床检测指标进行决策树分析，筛选出包括 D-二聚体、血小板分布宽度(PDW)、血清游离四碘甲状腺原氨酸(FT4)、脂蛋白(a) [LP(a)]、氯离子(Cl^-)和凝血酶原时间(PT)共 6 个属性指标，该模型有 17 个节点，10 个终节点，形成 10 个阳虚证的识别路线。比如，如果 D-二聚体 > 0.26696 且 PT > 0.12060 则诊断 = 非阳虚证，诊断准确率为

表 1 冠心病不稳定型心绞痛阳虚证与非阳虚证患者一般资料比较

项目	阳虚证 (79 例)	非阳虚证 (332 例)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	63.78 $\pm$ 8.52	60.25 $\pm$ 8.62	0.001
性别(男/女)	32/47	216/116	<0.001
体重指数(kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	25.44 $\pm$ 5.66	25.37 $\pm$ 3.52	0.918
吸烟[例(%)]	17(21.5)	117(35.2)	0.019
饮酒[例(%)]	8(10.1)	77(23.2)	0.010
冠心病病程(年, $\bar{x} \pm s$)	6.59 $\pm$ 12.58	3.40 $\pm$ 4.19	0.029
合并心律失常[例(%)]	7(8.9)	26(7.8)	0.762
合并高血压病[例(%)]	57(72.2)	234(70.5)	0.769
合并糖尿病[例(%)]	20(25.3)	122(36.7)	0.055
合并高脂血症[例(%)]	18(22.8)	75(22.6)	0.970
合并陈旧性心肌梗死[例(%)]	8(10.1)	23(6.9)	0.333
合并陈旧性脑梗死[例(%)]	11(13.9)	21(6.3)	0.023
使用抗血小板药物[例(%)]	71(89.9)	303(91.3)	0.698
使用抗凝药物[例(%)]	2(2.5)	10(3.0)	0.820
使用硝酸酯类药物[例(%)]	42(53.2)	170(51.2)	0.754
使用他汀类药物[例(%)]	42(53.2)	220(66.3)	0.029
使用 ACEI/ARB 药物[例(%)]	34(43.0)	160(48.2)	0.409
使用 β 受体阻滞剂药物[例(%)]	45(57.0)	198(59.6)	0.664
使用钙离子拮抗剂药物[例(%)]	26(32.9)	77(23.2)	0.073

81.8%；如果 D-二聚体 > 0.26696 且 $PT \leq 0.12060$ 且 $LP(a) > 0.22274$ 则诊断 = 阳虚证，诊断准确率为 81.8%，见图 1。

3.3 阳虚证决策树识别模型的验证结果

411 例患者采用十重交叉方法验证模型，TN 241 例，FP 91 例，FN 20 例，TP 59 例，其模型识别准确率为 73.0%，敏感度为 74.7%，特异度为 72.6%。

3.4 阳虚证决策树的外验证模型

阳虚证决策树验证模型包括 5 个属性指标：D-二聚体、PDW、FT4、LP(a) 和 PT，该模型有 22 个节点，14 个终点，该验证模型未包含原识别模型中的属性指标 Cl^{-} 。比如，如果 $0.41121 < PDW < 0.47664$ 且 $LP(a) > 0.01899$ 且 $PT > 0.02102$ 则诊断 = 阳虚证，诊断准确率为 75.0%；如果 $0.41121 < PDW < 0.47664$ 且 $LP(a) > 0.01899$ 且 $PT < 0.02102$ 则诊断 = 非阳虚证，诊断准确率为 100.0%，见图 2。

3.5 阳虚证决策树外验证模型的验证结果

212 例患者采用十重交叉方法进行验证，TN 146 例，FP 31 例，FN 9 例，TP 26 例，其准确率为 81.1%，敏感度为 74.3%，特异度为 82.5%。

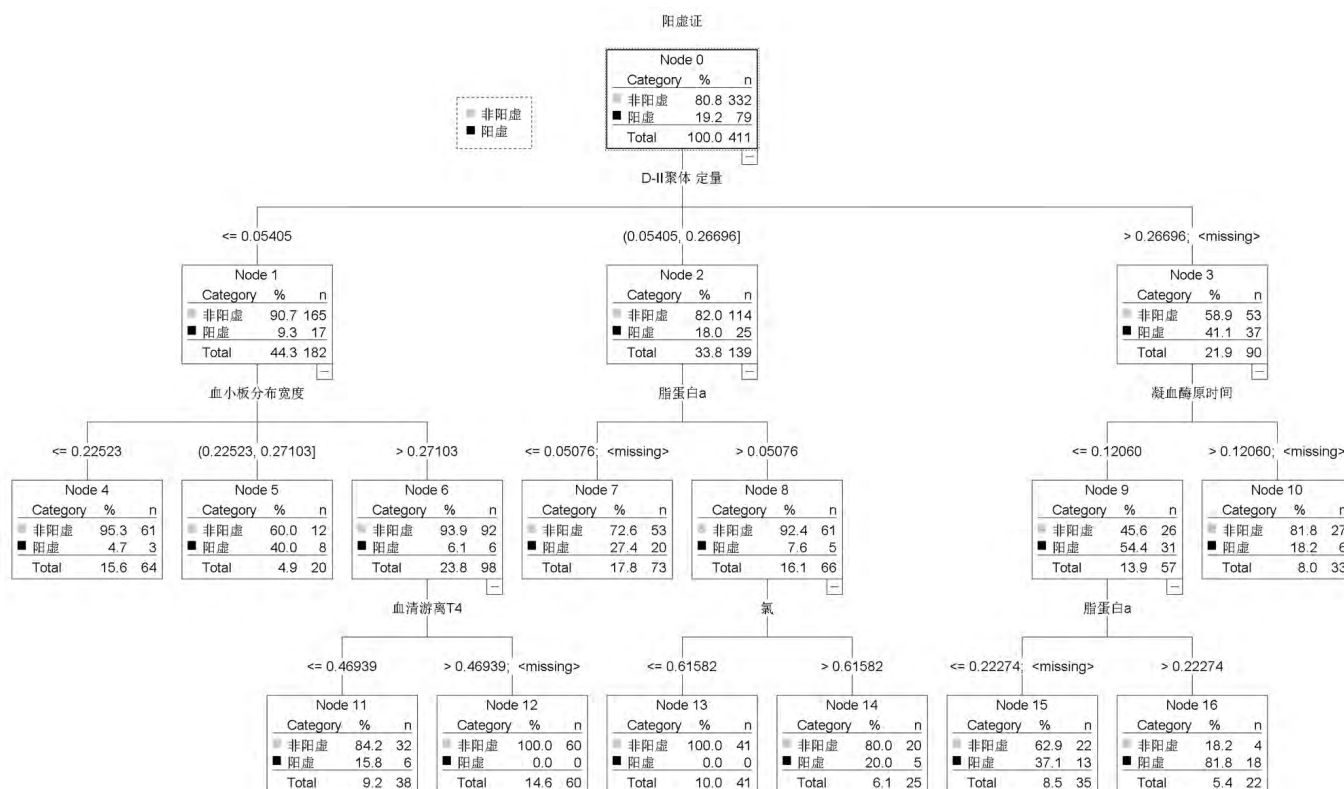


图 1 411 例冠心病不稳定型心绞痛患者阳虚证决策树识别模型

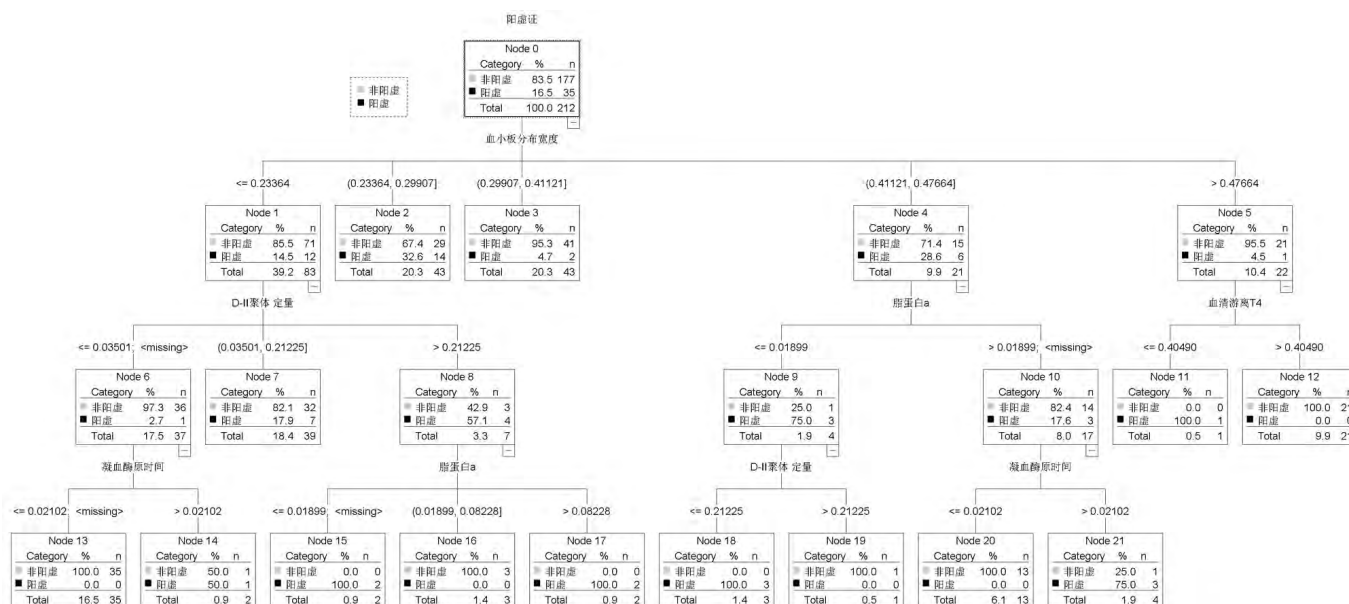


图 2 212 例冠心病不稳定型心绞痛患者阳虚证决策树的外验证模型

4 讨论

阳虚是冠心病心绞痛患者常见的病因病机之一，如《金匱要略·胸痹·心痛短气病脉证治》云“夫脉当取太过不及，阳微阴弦，即胸痹而痛，所以然者，责其极虚也；今阳虚知在上焦，所以胸痹心痛者，以其阴弦故也”。所谓“阳微”是指胸（心）阳虚，也可理解为若干脏器阳虚（如脾肾阳虚），指功能不足。“阴弦”有四层意思，即血瘀、浊阻、寒凝、气滞。心阳虚弱，不能坐镇于上而行阳气，则无权照化阴寒，制阴于下，从而阴寒邪气上乘阳位，收引血脉，致心脉拘缩挛急而突发剧痛。《医门法律·中寒门》言“胸痹心痛，然总由阳虚，故阴得乘之”；《类证治裁·胸痹》亦云“胸痹胸中阳微不运，久则阴乘阳位而为痹结也”，均强调了胸阳不足、阴寒凝滞为发生胸痹的主因。

中医学的证候不同于西医学的疾病，而是一种独立存在的病理生理整体反应状态。面对“证”这一复杂系统，复杂性科学研究、非线性科学研究方法的引入将有效解决“证”的模糊性、不确定性。数据挖掘是为解决“数据丰富，知识贫乏”状况而兴起的边缘学科之一^[8]，是数据库研究中的一个极具应用价值的新领域，融合了统计学、机器学习、人工智能、神经网络、信息检索、模式识别及数据可视化等多个领域的理论和技术^[9]。决策树是数据挖掘中应用较为广泛的归纳推理算法之一，主要解决实际问题中分类问题，是通过一系列规则对数据进行分类的过程^[10]。基于 CHAID 的决

策树方法在医学诊断中用来寻找最显著、最突出的病例或最可能成为病例的群体^[11-12]。

本研究的阳虚证决策树模型包括 D-二聚体、PDW、FT4、LP(a)、 Cl^{-} 和 PT 共 6 个属性指标。D-二聚体是交联纤维蛋白的降解产物，既反映体内的纤溶活性又反映凝血活动，其浓度升高是血栓形成和继发性纤溶的标记^[13]。实验证实，血浆 D-二聚体和强直性脊柱炎密切相关^[14]。董琦等^[13]研究发现，急性心肌梗死和不稳定型心绞痛患者的血浆 D-二聚体水平明显高于稳定型心绞痛患者，且急性心肌梗死患者升高更加明显，同时 D-二聚体还可能与冠状动脉病变的严重程度相关。本研究中，决策树结果显示随着 D-二聚体增高，阳虚证患者的比例增加，提示冠心病不稳定型心绞痛阳虚证患者存在体内的高凝状态和新鲜血栓的形成。血栓形成导致血小板大量消耗，PDW 是评价血小板体积差异程度的一个参数。冠心病患者血液处于高凝状态，血小板更易黏附聚集而活化，再循环中血小板相对减少，进而促进骨髓巨核细胞反应性生成大体积血小板，从而使得平均血小板体积增大，同时由于循环中大体积血小板的出现，血小板大小不均增加，PDW 也随之增大^[14]。本研究中，阳虚证的决策树识别模型及外验证模型中，PDW 虽被筛选为属性指标，但其变化的趋势与阳虚证的识别关系尚不明确，只能初步说明冠心病不稳定型心绞痛阳虚证患者中存在血小板活化及血栓形成的可能。研究显示，老年性病患者血清三碘甲状腺原氨酸（T3）、游离三碘甲状腺原氨酸（FT3）明显低于老

年健康对照组,尤以冠心病患者更为显著,而血清促甲状腺激素(TSH)、四碘甲状腺原氨酸(T₄)、FT₄分别与老年健康对照组比较虽无明显差异,但存在降低的趋势^[17]。本研究中阳虚证患者的FT₄水平明显低于非阳虚证患者。另有研究显示,许多心血管疾病可引起机体血清甲状腺激素水平的变化,主要表现为血清T₃浓度下降,FT₃、T₄、FT₄浓度升高,TSH浓度基本正常或减少^[18],结合本次研究结果说明冠心病不稳定型心绞痛阳虚证患者的低T₃综合征并不十分明显。LP(a)是血清中一种独立脂蛋白成分,主要由载脂蛋白A(ApoA)和载脂蛋白B(ApoB)组成^[19]。王守训等^[20]研究发现,冠心病患者的LP(a)明显高于正常对照组,LP(a)在冠心病发生、发展过程中可能起重要作用,是冠心病的危险因素,且与其他血脂含量无关。本研究中,冠心病不稳定型心绞痛阳虚证患者的LP(a)水平有升高趋势,提示阳虚证患者亦存在脂质代谢异常。赵琛等^[21]研究发现,随着冠心病心力衰竭程度的加重,老年患者血清电解质紊乱的发生率增加,且以低Na⁺、低Na⁺合并低Cl⁻为主。本研究阳虚证识别模型显示,阳虚证患者的血清Cl⁻水平较非阳虚证患者略升高,但由于外验证模型中缺失Cl⁻,所以其与阳虚证的关系还有待研究。

本研究是在我们前期对冠心病心绞痛患者血瘀证、气虚证、痰瘀互阻证等多种证型决策树模型构建及验证^[22-24]的基础上建立的冠心病不稳定型心绞痛患者阳虚证决策树模型,识别模型及外验证模型的准确率、特异度及敏感度均达到70%以上。但本研究仍然存在以下问题:第一,本研究病例数相对较少,故不适宜采用分割验证法对该模型进行进一步的验证。第二,部分临床检测指标存在缺失值,而CHAID算法不能在树的生长过程中排除缺失值。后续研究中,我们将把应用决策树方法形成的“网络”判断模型与其他数据挖掘方法的识别模式进一步比较,从而筛选出用于冠心病不稳定型心绞痛患者证候判别的“核心因素”。

参考文献

- [1] WITTEN IH, FRANK E, MARK A. Data mining practical machine learning tools and techniques [M]. 2nd. Beijing: China Machine Press, 2005: 4-6.
- [2] 吕爱平, 李梢, 王永炎. 从主观症状的客观规律探索中医证候分类的科学基础 [J]. 中医杂志, 2005, 46(1): 4-6.
- [3] ZHAO H, CHEN J, HOU N, et al. Discovery of diagnosis

pattern of coronary heart disease with qi deficiency syndrome by T-test-based adaboost algorithm [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2011; 408650. doi: 10.1155/2011/408650.

- [4] GIBBONS RJ, CHATTERJEE K, DALEY J, et al. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines(Committee on Management of Patients With Chronic Stable Angina) [J]. J Am Coll Cardiol, 1999, 33(7): 2092-2197.
- [5] 中华医学会心血管病学分会. 不稳定型心绞痛诊断和治疗建议 [J]. 中华心血管病杂志, 2000, 28(6): 409-412.
- [6] 国家技术监督局. 中医临床诊疗术语: 证候部分 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 17-20.
- [7] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则(试行) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002: 41.
- [8] 姚美村, 袁月梅, 艾路, 等. 数据挖掘及其在中医药现代化研究中的应用 [J]. 北京中医药大学学报, 2002, 9(5): 20-23.
- [9] 贾运滨, 魏江磊. 数据挖掘技术在中医证候研究中的应用 [J]. 中国中医急症, 2010, 19(7): 1184-1186.
- [10] 罗林英, 陈金雄. 基于决策树的外科手术信息挖掘与研究 [J]. 医学信息, 2008, 21(11): 1936-1939.
- [11] 石玲, 王燕. 婴幼儿死亡危险因素的研究: 兼论CHAID方法的原理及应用 [J]. 中国卫生统计, 2002, 19(5): 283-285.
- [12] 陈海蔚, 陈道瑾. 分类技术在判断全身炎症反应综合征严重程度的应用价值 [J]. 中国普通外科杂志, 2009, 18(3): 295-297.
- [13] 靳志峰, 陈南, 殷明君. D-二聚体与纤维蛋白原在冠心病中的临床意义 [J]. 中国实用医刊, 2010, 37(4): 30-32.
- [14] SALOMAA V, STINSON V, KARK JD, et al. Association of fibrinolytic parameters with early ather osclerosis. the ARIC study. Therosis risk in communities study [J]. Circulation, 1995, 91(2): 284-290.
- [15] 董琦, 牛凡, 杨涓. D-二聚体、纤维蛋白原与冠状动脉病变程度及左心功能的关系 [J]. 中国医疗前沿, 2011, 6(2): 3-4.
- [16] 刘晓红, 来春林, 陆卫华. 冠心病患者血浆内皮素及血小板四项的相关性及临床意义 [J]. 中国药物与临床, 2009, 9(1): 30-32.
- [17] 戴珺, 王瑛. 老年性疾病患者TSH、T₃、T₄、FT₃、FT₄测定的临床应用 [J]. 放射免疫学杂志, 2006, 19(3): 248-250.
- [18] 薛增明, 马长生. 甲状腺激素降低与心血管疾病 [J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32(10): 804-806.

- [9] SANDKAMP M, FUNKE H, SCHULTE H, et al. Lipoprotein (a) is an independent risk factor for myocardial infarction at a young age [J]. Clin Chem, 1990, 36 (1): 20-23.
- [20] 王守训, 魏瑞华, 郭健, 等. 脂蛋白(a)是冠心病的危险因素[J]. 潍坊医学院学报, 1996, 18(3): 197-199.
- [21] 赵琛, 王敏, 范茜, 等. 老年冠心病慢性心力衰竭并发电解质紊乱的临床特点[J]. 齐鲁医学杂志, 2008, 23 (5): 398-399, 402.
- [22] 史琦, 王伟, 陈建新, 等. 基于决策树的冠心病痰瘀互阻证识别模式研究[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28 (12): 3523-3526.
- [23] 史琦, 陈建新, 赵慧辉, 等. 冠心病病人血瘀证的决策树模型研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2013, 11 (8): 897-900.
- [24] SHI Q, ZHAO H, CHEN J, et al. Study on qi deficiency syndrome identification modes of coronary heart disease based on metabolomic biomarkers [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2014; 281829. doi: 10.1155/2014/281829.

Study on the Recognition Model of Chi-square Automatic Interaction Detection Decision Tree of Yang Deficiency Syndrome for Patients with Unstable Angina Pectoris of Coronary Heart Disease

SHI Qi¹, KONG Yanhua¹, ZHAO Huihui², CHEN Jianxin², LI Youlin¹, WANG Wei²

(1. China-Japan Friendship Hospital/National Clinical Research Center for Respiratory Diseases, Beijing, 100029; 2. Beijing University of Chinese Medicine)

ABSTRACT Objective To build a recognition mode of Yang deficiency syndrome according to indexes of clinical routine examinations of patients with coronary heart disease unstable angina (UA). **Methods** The basic data, traditional Chinese medicine (TCM) four-diagnosis information and clinical routine examination indexes of 411 UA patients were collected. TCM syndrome or syndrome elements and syndrome differentiation were judged by doctors. After data normalization, 90 clinical routine examination indexes were taken as independent variables, and “yang deficiency syndrome” was taken as dependent variable. The recognition rules of yang deficiency syndrome were automatically extracted by chi-square automatic interaction detection (CHAID) decision tree method, and the sensitivity, specificity and accuracy rate of the model were calculated. The verification of recognition mode of yang deficiency syndrome on 212 included patients was conducted. **Results** D-dimer, platelet distribution width (PDW), free tetraiodothyronine T4 (FT4), lipoprotein (a) (LP(a)), chloridion (Cl) and prothrombin time (PT) were selected into the decision tree model. The test results of 411 patients of the model showed: sensitivity was 74.7%, specificity was 72.6%, and the accuracy rate was 73.0%. The verification of association patterns lacks Cl, and its accuracy rate was 81.1%, sensitivity was 74.3%, and specificity was 82.5%. **Conclusion** CHAID decision model could be used to conduct recognition of yang deficiency syndrome of coronary heart disease UA clearly and directly based on clinical routine examination indexes, and to extract recognition rules automatically.

Keywords coronary heart disease; unstable angina; yang deficiency syndrome; chi-square automatic interaction detection; decision tree

(收稿日期: 2018-03-11; 修回日期: 2019-02-26)

编辑: 王利菊

欢迎邮购 《中医杂志》 过刊

1988、1989、2000、2001 年合订本, 每本 100 元, 2002 年合订本 105 元, 2003 年合订本 105 元, 2004 年合订本 115 元, 2005 年合订本 125 元, 2007—2010 年合订本每年 140 元。2011(缺 5、6 期)—2013 年每册 9.80 元, 2014(缺 21 期)—2017 年(缺 3、5、15、18 期) 每册 15 元, 2018 年每册 20 元(缺 5、7、9 期)。2011—2013 年合订本(每年 4 本), 每年 280 元, 2014、2015、2016、2017 年合订本(每年 4 本), 每年 400 元。2018 年合订本, 600 元(共 4 本)。《中医杂志》2006—2008 年增刊每册 40 元。以上免费邮寄, 如需挂号每件另加 3 元。

欲购者请汇款至北京市东直门内南小街 16 号, 收款人: 中医杂志社

或关注《中医杂志》官方微信 (zyzzgz) 购买。邮编: 100700, 电话: (010) 64089195。