

基于贝叶斯网络模型的中老年发生 H 型高血压的影响因素研究

俞美艳, 赵雅宁, 刘瑶, 赵大业, 丁淑平
华北理工大学护理与康复学院, 河北 唐山 063210

摘要:目的 构建中老年 H 型高血压的贝叶斯网络模型, 探讨 H 型高血压的影响因素及因素间的网络关系, 通过模型推理反映各影响因素对 H 型高血压的影响程度。方法 选取 2022 年 5 月—2023 年 4 月在医院健康管理中心体检的 1 119 例中老年人作为研究对象并进行相关资料收集。单因素及多因素 logistic 回归分析模型进行变量初步筛选, 采用“bnlearn”贝叶斯网络软件包进行模型构建, Netica 软件进行模型推理。结果 logistic 回归分析模型对变量进行筛选后, 年龄、性别、文化程度、吸烟、饮酒、体质指数 (body mass index, BMI)、空腹血糖 (fasting blood glucose, FBG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDL - C)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL - C)、尿酸 (uric acid, UA) 被纳入贝叶斯网络模型。以筛选出的 12 个变量作为网络节点, 构建一个含 13 个节点, 16 条有向边的中老年 H 型高血压相关因素的贝叶斯网络模型, 年龄、FBG、TG、HDL - C 和 BMI 与 H 型高血压直接相关, 性别、吸烟、饮酒、文化程度、TC、LDL - C 和 UA 与 H 型高血压间接相关。当年龄 ≥ 60 岁、FBG ≥ 6.85 mmol/L、BMI ≥ 24.83 kg/m²、HDL - C ≥ 1.02 mmol/L、TG < 1.6 mmol/L 时, 中老年患 H 型高血压的风险达 0.565。结论 贝叶斯网络模型揭示中老年 H 型高血压发生的直接和间接因素以及关联强度, 阐明了因素间复杂的网络关系, 为早期预防中老年 H 型高血压的发生提供科学依据。

关键词: H 型高血压; 中老年; 贝叶斯网络模型; 影响因素

中图分类号: R544.1 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 8507(2024)02 - 335 - 08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202308236

Influencing factors of H - type hypertension in middle - aged and elderly based on Bayesian network model

YU Mei - yan, ZHAO Ya - ning, LIU Yao, ZHAO Da - ye, DING Shu - ping,

School of Nursing and Rehabilitation, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063210, China

Abstract: Objective To construct the Bayesian network model of H - type hypertension in middle - aged and elderly people, and to explore the influencing factors of H - type hypertension and the network relationship between factors, and the strength of each influencing factor on H - type hypertension. **Methods** A total of 1 119 middle - aged and elderly people who underwent physical examination in the hospital health management center from May 2022 to April 2023 were selected as the research objects and relevant data were collected. Univariate logistic regression analysis and multivariate logistic regression analysis models were used for preliminary screening of variables, “bnlearn” Bayesian network software package was used for model construction, and Netica software was used for model inference. **Results** Logistic regression analysis model was used to screen the variables, such as age, gender, education level, smoking, drinking, body mass index (BMI), fasting blood glucose, etc. FBG, total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein cholesterol ((HDL - C), low density lipoprotein cholesterol (LDL - C) and uric acid (UA) were included in the Bayesian network model. A Bayesian network model of H - type hypertension related factors in middle - aged and elderly people with 13 nodes and 16 directed edges was constructed by using 12 selected variables as network nodes. Age, FBG, TG, HDL - C and BMI were directly related to H - type hypertension, while gender, smoking, drinking, educational level, TC, LDL - C and UA were indirectly related to H - type hypertension. When the age was ≥ 60 years old, FBG ≥ 6.85 mmol/L, BMI ≥ 24.83 kg/m², HDL - C ≥ 1.02 mmol/L, TG < 1.6 mmol/L, the risk of H - type hypertension reached 0.565. **Conclusion** The Bayesian network model reveals the direct and indirect factors and correlation strength of H - type hypertension in middle - aged and elderly people, clarifies the complex network

基金项目: 唐山市科技创新团队培养计划 (18130218A)

作者简介: 俞美艳 (1999—), 女, 硕士在读, 研究方向: 慢性病康复

通信作者: 赵雅宁, E - mail: 993241832@qq.com

relationship between factors, and provides a scientific basis for early prevention of H - type hypertension in middle - aged and elderly people.

Keywords: H - type hypertension; Middle - aged and elderly; Bayesian network model; Risk factors

高血压是心脑血管疾病的重要危险因素,可导致心、脑、肾等多个脏器发生损害。原发性高血压伴血同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)水平升高($\geq 10 \mu\text{mol/L}$)被称为 H 型高血压。H 型高血压在中国高血压人群中的比例高达 73.1%,远高于西方国家^[1]。既往研究显示,高血压和高同型半胱氨酸血症(hyperhomocysteinemia, HHcy)具有协同作用,二者共存会增大心脑血管疾病的发生风险,比单纯高血压患者发生心脑血管疾病的风险增加 5 倍,比正常人高约 12 倍^[2]。随着老龄化进程的不断加快,中老年人群的健康问题备受关注,H 型高血压作为常见的慢性疾病,严重影响着中老年人生活质量和健康水平。因此,对中老年 H 型高血压进行相关因素分析及风险推理,有助于采取针对性的预防措施,降低疾病发生风险。既往关于 H 型高血压的影响因素研究常以 logistic 回归分析为主,通过比值比来反映 H 型高血压与各因素间的相关强度,但 H 型高血压影响因素关系复杂,因素间可能存在关联,logistic 回归分析无法展现因素间的因果相互关系^[3-4]。贝叶斯网络是一种基于概率的不确定性推理方法,通过构建有向无环图来直观反映各因素间的潜在关系,使用条件概率表反映各变量间的关联强度,可根据已知某些节点状态,对未知节点进行风险推理^[5]。因此,本研究通过构建中老年人发生 H 型高血压的贝叶斯网络模型,分析相关影响因素,探讨因素间的依赖关系,为有效降低我国中老年人 H 型高血压的发生风险提供新的参考依据。

1 对象及方法

1.1 对象 选取 2022 年 5 月—2023 年 4 月在唐山市华北理工大学附属医院健康管理中心体检的中老年人为研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 45 岁;(2)患者知情并同意参加本次研究;(3)听理解能力正常者。排除标准:(1)有严重心、脑、肺、肝、肾、精神疾病以及恶性肿瘤者;(2)近期服用叶酸、B 族维生素等药物影响 Hcy 水平者;(3)继发性高血压者。最终纳入 1 119 例符合标准的中老年人,根据是否发生 H 型高血压分为 H 型高血压组($n = 383$)和非 H 型高血压组($n = 736$)。本研究经华北理工大学伦理委员会审批准(审批号 2021076),获得全部研究对象知情同意。

1.2 方法 研究者及相关医护人员经统一培训后对研究对象进行问卷调查、体格检查、实验室指标检测、心理状态和睡眠状况的评定。(1)问卷调查:调查人

员采用面对面方式进行,收集的主要内容包括姓名、性别、婚姻状况、居住城市、文化程度、吸烟史、饮酒史。(2)体格检查:主要包括身高、体重和血压的测量。通过身高和体重来计算体质指数(body mass index, BMI), $\text{BMI} = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m})^2$ 。(3)实验室指标测定:主要包括空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL - C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL - C)、尿酸(uric acid, UA)及 Hcy 水平。(4)心理状态评定:采用由 Hamilton 编制^[6],汤毓华等^[7]汉化后的汉密尔顿焦虑量表(Hamilton Anxiety Scale, HAMA),包含焦虑心境、紧张、害怕、失眠、认知功能、抑郁心境、肌肉系统、感觉系统、心血管系统症状、呼吸系症状、胃肠道症状、生殖泌尿系症状、植物神经系症状和会谈时行为表现共 14 个条目,采用 5 级评分(0~4 分),得分越高说明焦虑症状越严重,当总分 ≥ 7 分时,提示可能存在焦虑。量表 Cronbach α 系数为 0.93。(5)睡眠状况评定:采用由 Buysse 等^[8]编制,刘贤臣等^[9]修订的匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)量表,该量表包括主观睡眠质量、入睡时间、睡眠时间、睡眠效率、睡眠障碍、催眠药物和日间功能障碍共 7 个维度,18 个条目,采用 4 级评分(0~3 分),得分越高表示睡眠质量越差,当总分 > 7 分,提示存在睡眠障碍。量表 Cronbach α 系数为 0.784。

1.3 诊断标准及划分依据

1.3.1 诊断标准 根据《中国高血压防治指南》(2018 年修订版)中高血压的诊断标准^[10],未服降压药物的情况下,收缩压 $\geq 140 \text{ mmHg}$ 和(或)舒张压 $\geq 90 \text{ mmHg}$ 即诊断为高血压;既往有高血压病史,目前正服用降压药,血压虽已低于 140/90 mmHg,亦诊断为高血压。将在原发性高血压基础上伴血 Hcy $\geq 10.0 \mu\text{mol/L}$ 诊断为 H 型高血压。

1.3.2 相关变量划分依据 本研究从 H 型高血压一级预防的角度出发,借助受试者工作曲线作为变量的划分依据,通过绘制自变量 BMI、FBG、TC、TG、HDL - C、LDL - C、UA 与因变量 H 型高血压之间的 ROC 曲线图来计算各自的最佳截断值来作为变量的划分依据,其结果依次为 24.83 kg/m^2 、6.85 mmol/L、5.30 mmol/L、1.60 mmol/L、1.02 mmol/L、3.33 mmol/L、289.50 $\mu\text{mol/L}$ 。

1.4 统计分析 问卷信息采用 EpiData 3.1 进行双人录入。采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。其中计数资料用相对数表示,单因素分析采用 χ^2 检验,多因素采用 logistic 回归分析,具体变量赋值见表 1。利用 R 4.1.3 软件的“bnlearn”包进行贝叶斯网络的模型构建,最大最小爬山(max-min hill-climbing, MMHC)算法进行结构学习,参数学习采用极大似然估计,贝叶斯网络拓扑结构及 CPT 的构建采用 Netica 软件绘制。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 描述性分析 本研究共纳入 1 119 例符合标准的中老年人,其中男性 734 人,占 65.6%,女性 385 人,占 34.4%;60 岁以下 346 人,占 30.9%,60 岁以上 773,占 69.1%;未发生 H 型高血压者 736 例,发生 H 型高血压者 383 例,患病率达 34.2%。

2.2 中老年发生 H 型高血压的单因素分析 结果显示,年龄、性别、文化程度、吸烟、饮酒、BMI、FBG、TC、TG、HDL-C、LDL-C 和 UA 在两组间差异均有统计

学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

表 1 变量赋值
Table 1 Variable assignment

变量	赋值情况
是否发生 H 型高血压	0 = 否, 1 = 是
年龄	0 = <60, 1 = ≥60
性别	0 = 女, 1 = 男
婚姻状况	0 = 有配偶, 1 = 无配偶
居住地	0 = 城市, 1 = 农村
文化程度	0 = 小学及以下, 1 = 中学及以上
职业	0 = 以脑力劳动为主, 1 = 以体力劳动为主
吸烟	0 = 否, 1 = 是
饮酒	0 = 否, 1 = 是
心理状态	0 = 正常, 1 = 焦虑
睡眠状况	0 = 正常, 1 = 存在障碍
BMI(kg/m ²)	0 = <24.83, 1 = ≥24.83
FBG(mmol/L)	0 = <6.85, 1 = ≥6.85
TC(mmol/L)	0 = <5.30, 1 = ≥5.30
TG(mmol/L)	0 = <1.60, 1 = ≥1.60
HDL-C(mmol/L)	0 = ≥1.02, 1 = <1.02
LDL-C(mmol/L)	0 = <3.33, 1 = ≥3.33
UA(μmol/L)	0 = <289.50, 1 = ≥289.50

表 2 中老年人发生 H 型高血压的单因素分析[n(%)]

Table 2 Univariate analysis of H-type hypertension in middle-aged and elderly [n(%)]

因素	未发生 H 型高血压(n=736)	发生 H 型高血压(n=383)	χ^2 值	P 值
年龄(岁)			17.204	<0.001
<60	258(35.1)	88(23.0)		
≥60	478(64.9)	295(77.0)		
性别			48.989	<0.001
女	306(41.6)	79(20.6)		
男	430(58.4)	304(79.4)		
婚姻状况			0.063	0.802
有配偶	657(89.3)	340(88.8)		
无配偶	79(10.7)	43(11.2)		
居住地			0.444	0.505
城市	495(67.3)	250(65.3)		
农村	241(32.7)	133(34.7)		
文化程度			13.645	<0.001
小学及以下	145(19.7)	113(29.5)		
中学及以上	591(80.3)	270(70.5)		
职业			2.287	0.130
以脑力劳动为主	313(42.5)	181(47.3)		
以体力劳动为主	423(57.5)	202(52.7)		
吸烟			56.826	<0.001
否	534(72.6)	191(49.9)		
是	202(27.4)	192(50.1)		
饮酒			60.303	<0.001
否	566(76.9)	208(54.3)		
是	170(23.1)	175(45.7)		
心理状态			0.162	0.687
正常	361(49.0)	183(47.8)		
焦虑	375(51.0)	200(52.2)		
睡眠状况			0.413	0.520
正常	564(76.6)	300(78.3)		
存在障碍	172(23.4)	83(21.7)		

(续表)

因素	未发生 H 型高血压 (n = 736)	发生 H 型高血压 (n = 383)	χ^2 值	P 值
BMI (kg/m ²)			70.886	<0.001
<24.83	410(55.7)	112(29.2)		
≥24.83	326(44.3)	271(70.8)		
FBG (mmol/L)			52.420	<0.001
<6.85	504(68.5)	177(46.2)		
≥6.85	232(31.5)	206(53.8)		
TC (mmol/L)			29.015	<0.001
<5.3	489(66.4)	191(49.9)		
≥5.3	247(33.6)	192(50.1)		
TG (mmol/L)			55.724	<0.001
<1.6	477(64.8)	159(41.5)		
≥1.6	259(35.2)	224(58.5)		
HDL - C (mmol/L)			27.112	<0.001
<1.02	157(21.3)	137(35.8)		
≥1.02	579(78.7)	246(64.2)		
LDL - C (mmol/L)			37.605	<0.001
<3.33	462(62.8)	167(43.6)		
≥3.33	274(37.2)	216(56.4)		
UA (μmol/L)			28.059	<0.001
<289.50	366(49.7)	127(33.2)		
≥289.50	370(50.3)	256(66.8)		

2.3 中老年发生 H 型高血压的多因素 logistic 回归分析 将是否发生 H 型高血压为因变量,以单因素分析中有统计学意义的因素为自变量进行多因素 logistic 回归分析。结果显示,年龄、性别、文化程度、

吸烟、饮酒、BMI、FBG、TC、TG、HDL - C、LDL - C、UA 是中老年发生 H 型高血压的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。见表 3。

表 3 影响中老年人发生 H 型高血压的多因素 logistic 回归分析

Table 3 Multivariate logistic regression analysis of H - type hypertension in middle - aged and elderly

变量	β	SE	Wald χ^2	P 值	OR 值(95% CI)
年龄(岁)	0.941	0.186	25.734	<0.001	2.563(1.782 ~ 3.687)
性别	1.059	0.207	26.222	<0.001	2.885(1.923 ~ 4.327)
文化程度	-1.066	0.193	30.631	<0.001	0.344(0.236 ~ 0.502)
吸烟	0.598	0.191	9.806	0.022	1.818(1.251 ~ 2.643)
饮酒	0.786	0.193	16.663	<0.001	2.195(1.505 ~ 3.203)
BMI (kg/m ²)	1.270	0.161	62.166	<0.001	3.560(2.597 ~ 4.882)
FBG (mmol/L)	1.121	0.160	48.892	<0.001	3.069(2.241 ~ 4.202)
TC (mmol/L)	0.635	0.257	6.099	0.014	1.887(1.140 ~ 3.125)
TG (mmol/L)	0.632	0.161	15.428	<0.001	1.881(1.372 ~ 2.577)
HDL - C (mmol/L)	-0.767	0.183	17.548	<0.001	0.465(0.325 ~ 0.665)
LDL - C (mmol/L)	0.503	0.246	4.176	0.041	1.653(1.021 ~ 2.676)
UA (μmol/L)	0.372	0.160	5.411	0.020	1.451(1.060 ~ 1.986)

2.4 贝叶斯网络模型的构建 根据多因素 logistic 回归分析模型筛选出的 12 个有统计学差异的变量作为网络节点,构建一个含 13 个节点,16 条有向边的中老年 H 型高血压相关因素的贝叶斯网络模型,并获得个节点的条件概率。结果显示,年龄、FBG、TG、HDL - C 和 BMI 与 H 型高血压直接相关,性别、吸烟、饮酒、文化程度、TC、LDL - C 和 UA 通过影响年龄、FBG、TG、HDL - C 与 H 型高血压间接相关(见图 1)。

2.5 贝叶斯网络模型的推理 表 4 为 H 型高血压节

点的条件概率表,展现了年龄、FBG、HDL - C、TG、BMI 与 H 型高血压之间的概率依赖关系。例如当某研究对象年龄 ≥ 60 岁、FBG ≥ 6.85 mmol/L、BMI ≥ 24.83 kg/m²、HDL - C ≥ 1.02 mmol/L、TG < 1.6 mmol/L 时,其患 H 型高血压的风险为 0.565;当年龄 < 60 岁、FBG < 6.85 mmol/L、BMI < 24.83 kg/m²、HDL - C < 1.02 mmol/L、TG ≥ 1.6 mmol/L 时,其患 H 型高血压风险为 0.400。通过 Netica 软件绘制贝叶斯网络模型,点击相应节点添加证据可对中老年 H 型

高血压的发生进行因果推理,通过已知节点的信息对未知节点进行概率预测。若如已知某研究对象 FBG ≥ 6.85 mmol/L 的同时 BMI ≥ 24.83 kg/m² 且无其他

疾病表现,则通过贝叶斯推理可知患 H 型高血压风险增加到 65.6% (见图 2)。

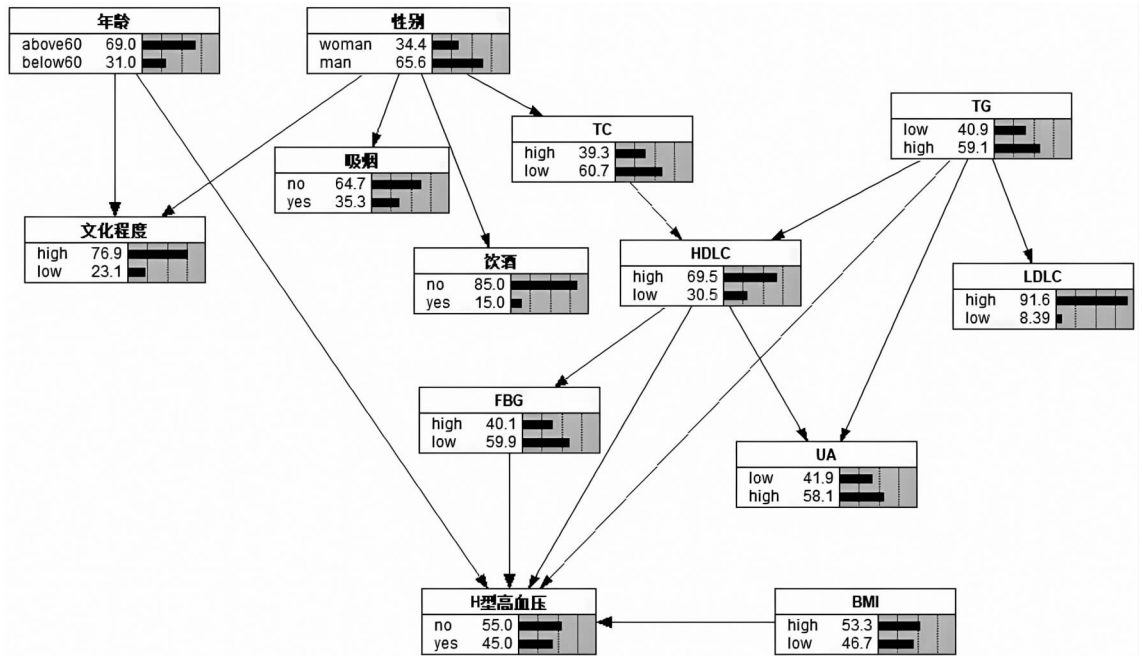


图 1 MMHC 算法构建中老年发生 H 型高血压的贝叶斯网络

Fig. 1 Bayesian network of H - type hypertension in middle - aged and elderly constructed by MMHC algorithm

表 4 条件概率表

Table 4 Conditional probability table

FBG ≥ 6.85 mmol/L	年龄 ≥ 60 岁	HDL - C < 1.02 mmol/L	TG ≥ 1.6 mmol/L	BMI ≥ 24.83 kg/m ²	H 型高血压	
					否	是
是	是	否	否	是	0.435	0.565
是	否	否	否	是	0.500	0.500
是	是	否	否	否	0.900	0.100
是	否	否	否	否	0.875	0.125
是	是	是	否	是	0.222	0.778
是	否	是	否	是	0.500	0.500
是	是	是	否	否	0.400	0.600
是	否	是	否	否	0.500	0.500
是	是	否	是	是	0.400	0.600
是	否	否	是	是	0.409	0.591
是	是	否	是	否	0.783	0.217
是	否	否	是	否	0.800	0.200
是	是	是	是	是	0.167	0.833
是	否	是	是	是	0.286	0.714
是	是	是	是	否	0.636	0.364
是	否	是	是	否	0.571	0.429
否	是	否	否	是	0.548	0.452
否	否	否	否	是	0.583	0.417
否	是	否	否	否	0.648	0.352
否	否	否	否	否	0.826	0.174
否	是	是	否	是	0.250	0.750
否	否	是	否	是	0.750	0.250
否	是	是	否	否	0.500	0.500
否	否	是	否	否	0.600	0.400
否	是	否	是	是	0.354	0.646

(续表)

FBG ≥ 6.85 mmol/L	年龄 ≥ 60 岁	HDL - C < 1.02 mmol/L	TG ≥ 1.6 mmol/L	BMI ≥ 24.83 kg/m ²	H 型高血压	
					否	是
否	否	否	是	是	0.485	0.515
否	是	否	是	否	0.773	0.227
否	否	否	是	否	0.750	0.250
否	是	是	是	是	0.167	0.833
否	否	是	是	是	0.571	0.429
否	是	是	是	否	0.750	0.250
否	否	是	是	否	0.600	0.400

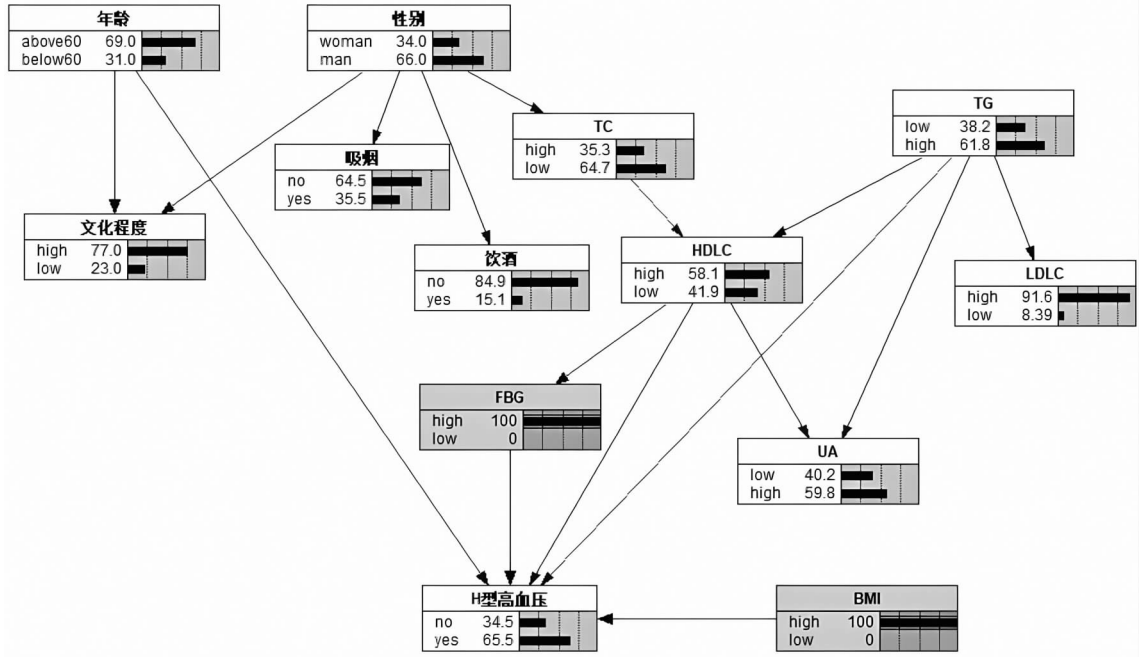


图 2 中老年发生 H 型高血压贝叶斯网络的风险推理

Fig. 2 Bayesian network risk inference for H - type hypertension in middle - aged and elderly

3 讨论

HHcy 易引发脑卒中、冠心病、慢性肾病以及阿尔茨海默病等,同时存在高血压会增加心脑血管疾病的发生风险^[11-12]。中国脑卒中一级预防研究 (China Stroke Primary Prevention Trial, CSPPT) 显示, H 型高血压比例高达 80.3%^[13]。本研究结果显示,中老年 H 型高血压的发生率为 34.2%。因此,早期识别高危人群,及早预防 H 型高血压,对降低中老年心脑血管疾病的发生发展具有重要意义。

本研究结果显示,年龄与 H 型高血压的发生直接相关,且由贝叶斯网络模型进行风险推理发现,年龄 ≥ 60 岁 H 型高血压患病风险较高。随着年龄的增长,人体的肝、肾功能下降消化吸收能力降低,体内维生素 B₆、维生素 B₁₂、叶酸及相关辅助因子缺乏,导致 Hcy 代谢能力降低,血 Hcy 浓度升高^[11]。文化程度通过年龄间接影响 H 型高血压的发生,文化程度低的中老年发生 H 型高血压概率高,这与 Sun 等^[14]研

究结果相一致。原因可能在于文化程度较低的中老年人缺乏相关健康知识且对自身预防保健的重视程度不高^[14-15]。

BMI 是发生 H 型高血压的重要危险因素,与国内多项研究结果一致^[4,16-17]。贝叶斯网络结果显示 BMI 与 H 型高血压的发生直接相关。超重/肥胖与 Hcy 之间存在关联,超重/肥胖患者的 Hcy 水平明显高于健康人群,原因可能在于超重/肥胖患者体内脂肪组织会分泌炎症细胞因子等,进而影响胰岛素分泌障碍,产生胰岛素抵抗,相关代谢酶活性降低,导致 Hcy 代谢异常^[18]。此外,超重/肥胖者可通过激活交感神经系统和肾素 - 血管紧张素 - 醛固酮系统引发血压异常升高^[16]。FBG 为中老年 H 型高血压的独立危险因素,与 H 型高血压直接相关。Wang 等^[19]也发现 H 型高血压患者的 FBG 明显高于非 H 型高血压患者。相关研究证实,糖尿病与 Hcy 之间存在相关性,这可能与胰岛素抵抗及氧化应激有关^[20-21]。既往研究表明,高 TG 可导致 HDL - C 含量过低而增加患糖

糖尿病的风险,从而导致 H 型高血压的发生^[22],与本研究结果相似。因此,提示应对 BMI 和 FBG 水平异常增高趋势的中老年加强有氧运动训练,制定合理化饮食方案,科学膳食,严格控制营养素的摄入量,有效降低疾病发生风险。

Wang 等^[19]、Chen 等^[23]研究表明血脂异常与 H 型高血压和心血管疾病的发生发展密切相关。本研究结果显示,TC、TG、HDL - C 和 LDL - C 是中老年发生 H 型高血压的危险因素。血脂异常使血液粘稠度发生改变,影响机体内 Hcy 的水平,同时引起动脉粥样硬化,使小动脉外周血阻力增加,进而导致血压升高。而升高的 Hcy 会通过氧化应激反应和内质网应激影响脂质代谢,造成血管壁脂肪堆积,进一步加大心血管疾病的发生风险^[23-24]。贝叶斯网络结果显示,TG、HDL - C 与 H 型高血压的发生直接相关,TG 升高、HDL - C 降低时,H 型高血压的发生风险越大。Li 等^[25]也研究证实了 Hcy 水平与高 TG 和低 HDL - C 之间独立相关。此外,贝叶斯网络显示,TC 和 HDL - C 相关而间接影响 H 型高血压的发生,LDL - C 则通过 TG 间接影响 H 型高血压的发生,这可能与 TC 为血中所有脂蛋白所含胆固醇之和且机体内 LDL - C 主要是由极低密度脂蛋白和中间密度脂蛋白中的 TG 经脂酶水解后产生有关^[26]。

本研究贝叶斯网络显示,吸烟和饮酒与性别直接相关,性别与 H 型血压间接相关并通过影响 TC、HDL - C、FBG 水平间接导致 H 型高血压的发生,这可能与与大部分男性雌激素水平较低以及吸烟、饮酒等不良生活方式较多有关^[27]。此外,UA 通过 TG 和 HDL - C 与 H 型高血压的发生间接相关。袁空军等^[28]研究表明血脂和 UA 之间存关联,且与 TG 和 HDL - C 之间关联性较强,二者会增大动脉粥样硬化的发生风险。因此也提示应对中老年男性人群的健康状态重点关注,实施有效的预防和干预措施,以降低疾病的患病率。

本研究通过 logistic 回归分析筛选出有统计学差异的变量构建中老年 H 型高血压的贝叶斯网络模型,与传统的 logistic 相比,将概率和可视化图相结合,通过分析各影响因素间复杂的网络关系,直观展现了年龄、FBG、TG、HDL - C 和 BMI 与 H 型高血压直接相关,性别、吸烟、饮酒、文化程度、TC、LDL - C 和 UA 与 H 型高血压间接相关,深入挖掘各因素间的内部调控关系及潜在危险因素,揭示了因素间的相互关系,并利用风险推理有效预测不同条件下中老年 H 型高血压的发生概率,这有助于医护人员对高风险人群尽早采取有针对性的干预措施,降低中老年 H 型高血压及心血管疾病的发生发展,同时也表明了贝叶

斯网络模型在医学领域具备较好的临床应用价值。因此,提示医护人员应积极开展健康宣教和定期体检,引导中老年人群建立健康的生活习惯,合理膳食,加强自身体育锻炼,预防 H 型高血压的发生。

本研究存在局限性,研究人群仅为在医院进行体检的中老年人的单中心研究,可能存在选择偏倚,且缺乏叶酸及膳食等因素的研究,未来可扩大样本含量,增加叶酸及膳食等因素与 H 型高血压的影响因素分析,进行多中心、大样本的研究,进一步提高模型的应用价值。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 梁喆,范芳芳,张岩,等.中国高血压人群中 H 型高血压的比率及特征及与美国人群的比较[J].北京大学学报:医学版,2022,54(5):1028-1037.
- [2] Liang Z, Fan FF, Zhang Y, et al. Rate and characteristics of H-type hypertension in Chinese hypertensive population and comparison with American population [J]. Journal of Peking University: Health Sciences, 2022, 54(5): 1028-1037.
- [3] Xiao KY, Xv Z, Xv Y, et al. H-type hypertension is a risk factor for chronic total coronary artery occlusion: a cross-sectional study from southwest China [J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2023, 23(1): 301.
- [4] Li TL, Wang C, Ma L. Analysis of clinical characteristics and influencing factors for H-Type hypertension complicated with other chronic diseases in a community in Beijing [J]. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM, 2022, 2022: 6974065.
- [5] Tran SK, Ngo TH, Nguyen PH, et al. Hyperhomocysteinemia in patients with newly diagnosed primary hypertension in can tho city, Vietnam [J]. Healthcare, 2023, 11(2): 234.
- [6] Topuz K, Davazdahemami B, Delen D. A bayesian belief network-based analytics methodology for early-stage risk detection of novel diseases [J]. Annals of Operations Research, 2023: 1-25.
- [7] Hamilton M. The assessment of anxiety states by rating [J]. The British Journal of Medical Psychology, 1959, 32(1): 50-55.
- [8] 汤毓华,张明园.汉密顿焦虑量表(HAMA) [J].上海精神医学,1984,(2):64-65.
- [9] Tang YH, Zhang MY. Hamilton anxiety scale (HAMA) [J]. Shanghai Archives of Psychiatry, 1984, (2): 64-65.
- [10] Buysse DJ, Reynolds CF3, Monk TH, et al. The Pittsburgh sleep quality index: a new instrument for psychiatric practice and research [J]. Psychiatry Research, 1989, 28(2): 193-213.
- [11] 刘贤臣,唐茂芹,胡蕾,等.匹兹堡睡眠质量指数的信度和效度研究 [J].中华精神科杂志,1996,29(2):103-107.
- [12] Liu XC, Tang MQ, Hu L, et al. Reliability and validity of thePittsburgh sleep quality index [J]. Chinese Journal of Psychiatry, 1996, 29(2): 103-107.
- [13] 中国高血压防治指南修订委员会,高血压联盟(中国),中华医学会心血管病学分会,等.中国高血压防治指南(2018年修订版) [J].中国心血管杂志,2019,24(1):24-56.
- [14] Chinese Revision Committee for Prevention and Treatment of Hypertension, Hypertension Alliance (China), Cardiovascular Society of Chinese Medical Association, et al. Chinese guidelines for the prevention and treatment of hypertension (revised in 2018) [J]. Chinese Journal of Cardiovascular Medicine, 2019, 24(1):

- 24-56.
- [11] Dong L, Liu J, Qin Y, et al. Relationship between ambulatory arterial stiffness index and the severity of angiographic atherosclerosis in patients with H-type hypertension and coronary artery disease[J]. *Clinical and Experimental Hypertension*, 2023, 45(1): 2228517.
- [12] Mccaddon A, Miller JW. Homocysteine - a retrospective and prospective appraisal [J]. *Frontiers in Nutrition*, 2023, 10: 1179807.
- [13] Zhang ZY, Gu X, Tang Z, et al. Homocysteine, hypertension, and risks of cardiovascular events and all-cause death in the Chinese elderly population: a prospective study [J]. *Journal of Geriatric Cardiology: JGC*, 2021, 18(10): 796-808.
- [14] Sun K, Lin DZ, Li M, et al. Association of education levels with the risk of hypertension and hypertension control: a nationwide cohort study in Chinese adults [J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2022, 76(5): 451-457.
- [15] Yang YD, Zeng Y, Yuan SQ, et al. Prevalence and risk factors for hyperhomocysteinemia: a population-based cross-sectional study from Hunan, China [J]. *BMJ Open*, 2021, 11(12): e048575.
- [16] Li JP, Yu SC, Zhou W, et al. U-shaped association of body mass index with the risk of peripheral arterial disease in Chinese hypertensive population [J]. *International Journal of General Medicine*, 2021, 14: 3627-3634.
- [17] Du SH, Hong XQ, Yang Y, et al. Association between body fat percentage and H-type hypertension in postmenopausal women [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 950805.
- [18] Zhao J, Li ZH, Hou CB, et al. Gender differences in risk factors for high plasma homocysteine levels based on a retrospective checkup cohort using a generalized estimating equation analysis [J]. *Lipids in Health and Disease*, 2021, 20(1): 31.
- [19] Wang JF, Du JM, Fan R. Exploration of the risk factors of essential hypertension with hyperhomocysteinemia: A hospital-based study and nomogram analysis [J]. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 2021, 76: e2233.
- [20] Lu JT, Chen KG, Chen W, et al. Association of serum homocysteine with cardiovascular and All-cause mortality in adults with diabetes: a prospective cohort study [J]. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 2022: 2156483.
- [21] Li CY, Qin JY, Liu WP, et al. Profiling of homocysteine metabolic pathway related metabolites in plasma of diabetic mellitus based on LC-QTOF-MS [J]. *Molecules*, 2023, 28(2): 656.
- [22] Liu HZ, Liu J, Liu JX, et al. Triglyceride to High-Density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio, a simple but effective indicator in predicting type 2 diabetes mellitus in older adults [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 828581.
- [23] Chen J, Li J, Wang J, et al. Association of serum VLDL level with hyperhomocysteinemia in hypertensive patients: A cross-sectional study [J]. *Clinical and Experimental Hypertension*, 2021, 43(1): 26-33.
- [24] Li ZH, Zhao J, Hou CB, et al. Factors related to plasma homocysteine concentration in young adults: a retrospective study based on checkup populations [J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2023, 12(4): 1656.
- [25] Li WL, Sang H, Xu X, et al. The correlation study on homocysteine, blood lipids and blood glucose levels in patients with cerebral infarction [J]. *American Journal of Translational Research*, 2021, 13(5): 5659-5664.
- [26] Niu XN, Chen J, Wang J, et al. A cross-sectional study on the relationship between homocysteine and lipid profiles among Chinese population from Hunan [J]. *Lipids*, 2021, 56(1): 93-100.
- [27] Tu WJ, Yan F, Chao BH, et al. Status of hyperhomocysteinemia in China: results from the China Stroke High-risk Population Screening Program, 2018 [J]. *Frontiers of Medicine*, 2021, 15(6): 903-912.
- [28] 袁空军, 余星磊, 赵创艺, 等. 高尿酸血症对老年人血脂异常患病的影响: 基于倾向性评分匹配的实证研究 [J]. *中国循证医学杂志*, 2022, 22(7): 785-790.
- Yuan KJ, Yu XL, Zhao CY, et al. Effects of hyperuricemia on the prevalence of dyslipidemia in the elderly: an empirical study based on propensity score matching [J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2022, 22(7): 785-790.

收稿日期: 2023-08-14

(上接第 265 页)

- He D, Wang XY, Wang W, et al. Analysis of self-efficacy and influencing factors in condom use among sexual adolescents in Chongqing [J]. *Chinese Journal of AIDS & STD*, 2019, 28(12): 1404-1408.
- [18] 余彬, 韩佳禹, 黄玉玲, 等. 国内青年学生男男性行为者安全套使用影响因素研究进展 [J]. *中国艾滋病性病*, 2022, 28(9): 1107-1110.
- Xu B, Han JY, Huang YL, et al. Research progress on influencing factors of condom use among young Chinese students who have sex with men [J]. *Chinese Journal of AIDS & STD*, 2019, 28(9): 1107-1110.
- [19] 谢英, 张兰, 蒋玉, 等. 社会支持在 HIV 感染孕妇感知歧视与自杀意念关系的中介效应 [J]. *中国社会医学杂志*, 2023, 40(2): 177-181.
- Xing Y, Zhang L, Jiang Y, et al. The mediating effect of social support on the relationship between perceived discrimination and suicidal ideation in HIV-infected pregnant women [J]. *Chinese Journal of Social Medicine*, 2023, 40(2): 177-181.
- [20] Ngocho JS, Watt MH, Minja L, et al. Depression and anxiety among pregnant women living with HIV in Kilimanjaro region, Tanzania [J]. *PLOS One*, 2019, 14(10): e0224515.
- [21] 李巧, 曾榛, 金欣, 等. 9 条目患者健康问卷在社区产后抑郁筛查中的应用 [J]. *中国心理卫生杂志*, 2023, 37(7): 564-569.
- Li Q, Zeng Z, Jin X, et al. Application of the patient health questionnaire scale - 9 in community postpartum depression screening [J]. *Chinese Mental Health Journal*, 2023, 37(7): 564-569.
- [22] 刘云, 袁也丰. 南昌市 HIV 感染者/AIDS 患者的抑郁焦虑状况 [J]. *职业与健康*, 2019, 35(16): 2237-2240.
- Liu Y, Yuan YF. Anxiety and depression status of people living with HIV/AIDS in Nanchang City [J]. *Occupation and Health*, 2019, 35(16): 2237-2240.
- [23] 孙咏冰, 方海霞, 黄辉煌, 等. 艾滋病合并抑郁症的研究进展 [J]. *中国艾滋病性病*, 2022, 28(10): 1226-1229.
- Sun YB, Fang HX, Huang HH, et al. Research progress of AIDS complicated with depression [J]. *Chinese Journal of AIDS & STD*, 2022, 28(10): 1226-1229.

收稿日期: 2023-09-05