

· 论著 ·

高血压患者心血管疾病发病风险的 Rothman-Keller 模型构建

钱晰彦¹ 汤一帆¹ 梅克文² 高春红³ 范云霞² 李婷茹¹

(1. 南京医科大学第一附属医院老年心血管科, 江苏 南京 210000; 2. 南京医科大学第一附属医院老年医学科, 江苏 南京 210000; 3. 南京医科大学第一附属医院护理部, 江苏 南京 210000)

【摘要】目的 构建用于评估高血压人群发生心血管疾病(CVD)风险的 Rothman-Keller 模型,并在模型的基础上确定疾病风险等级的划分。**方法** 在 PubMed、Embase、Web of Science、CINAHL 等数据库中全面检索 2022 年 11 月之前公开发表的英文文献,提取被纳入文献的相关数据,采用 RevMan 5.3 软件进行 meta 分析,通过 OR 值及暴露率等计算出相关参数,建立 Rothman-Keller 模型,再通过二项分布函数的方法来确定风险等级界限。**结果** 最终共纳入了 60 篇文献进行 meta 分析,共得到 11 种危险因素,分别为男性、高龄、高胆固醇、低肾小球滤过率、糖尿病、贫血、体能状态差、高血压治疗经历、高血压控制不佳、抑郁、睡眠呼吸暂停。将 11 种危险因素的 2 项分布函数随机生成的 20 000 例数据代入 Rothman-Keller 模型中,绘制出了高血压患者发生 CVD 风险的发病风险曲线,选择 0.373 7 和 0.605 4 作为低危、中危、高危的分界值。**结论** 研究构建的高血压患者 CVD 发病风险的 Rothman-Keller 模型简单易行,并具有一定的准确性及预测能力,可为临床识别高血压人群中可能发生 CVD 的高风险患者提供帮助,促进 CVD 一级预防,具有一定的参考意义。

【关键词】 高血压;心血管疾病;影响因素;meta 分析;Rothman-Keller 模型

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2025.06.016

The Construction of Rothman-Keller Model for the Cardiovascular Disease Risk in Hypertensive Patients

QIAN Xiyan¹, TANG Yifan¹, MEI Kewen², GAO Chunhong³, FAN Yunxia², LI Tingru¹

(1. Department of Geriatric Cardiology, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China; 2. Department of Geriatrics, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China; 3. Department of Nursing, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective To construct a Rothman-Keller model for assessing the risk of cardiovascular disease (CVD) in hypertensive populations and to determine the classification of disease risk levels based on the model. **Methods** This study comprehensively searched PubMed, Embase, Web of Science, CINAHL, and other databases for publicly available English literature published before November 2021. Relevant data from included articles were extracted, and a meta-analysis was conducted using RevMan 5.3 software. Relevant parameters were calculated through OR values and exposure rates, and the Rothman-Keller model was established. The risk level boundaries were determined using the method of binomial distribution functions. **Results** A total of 60 articles were finally included for meta-analysis, yielding 11 risk factors: male gender, advanced age, high cholesterol, low glomerular filtration rate, diabetes, anemia, poor physical condition, history of hypertension treatment, poor hypertension control, depression, and sleep apnea. The binomial distribution function of these 11 risk factors randomly generated 20 000 sets of data, which were input into the Rothman-Keller model to plot the incidence risk curve for CVD in hypertensive patients. The values 0.373 7 and 0.605 4 were selected as the boundaries for low, medium, and high risk. **Conclusion** The Rothman-Keller model constructed in this study for assessing the risk of CVD in hypertensive patients is simple and feasible, with certain accuracy and predictive ability. It can assist in identifying high-risk patients among hypertensive populations who may develop CVD, promoting primary prevention of CVD, and has certain reference significance.

【Keywords】 Hypertension; Cardiovascular disease; Influencing factor; Meta-analysis; Rothman-Keller model

基金项目:江苏省干部保健课题(BJ19020)

通信作者:李婷茹, E-mail:373707936@qq.com

心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 作为造成全球范围内疾病负担的主要疾病,高患病率及高死亡率是其公认的特点^[1]。其中,高血压是 CVD 发生和过早死亡的主要原因,并且全球高血压患病率仍在持续上升^[2]。高血压总是伴随相关的 CVD 危险因素一起发生,例如糖尿病、肾功能异常等^[3]。有研究表明,高血压患者的 CVD 患病率已达 19.01%^[4],早期识别并长期监测高血压人群的 CVD 危险因素十分重要,在此基础上对 CVD 的发生风险进行有效评估,根据患者的多重危险因素情况制定个体化的预防及治疗方案,能够很大程度减少 CVD 的发生,并有助于提高患者治疗依从性及自我健康管理能力^[5-6]。本研究首先在 meta 分析的基础上建立用以预测高血压患者 CVD 发病风险的 Rothman-Keller 模型,再通过二项分布函数方法生成模拟数据集,用以划分发病风险等级,最终利用 logistic 回归模型进行准确度验证。

1 资料与方法

1.1 资料来源

1.1.1 文献检索

本研究在 PubMed、Embase、Web of Science、CINAHL 等数据库中全面检索 2022 年 11 月之前公开发表的英文文献。将主题词结合自由词后进行检索,检索词为“hypertension”“myocardial infarction”“angina pectoris”“coronary disease”“heart failure”“complication”“cardiac death”“cardiomyopathy”“valvulopathy”“risk factors”“relevant factor”“correlative factor”“influence factor”“pathogenic factors”。

1.1.2 文献筛选标准

(1) 研究对象为患有原发性高血压的成年人 (> 18 岁); (2) 研究类型为队列研究及病例对照研究; (3) 最终发生心血管事件或心源性死亡。

1.1.3 文献质量评价

通过纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa scale, NOS) 基于研究组的选择 (0~4 分)、研究的可比性 (0~2 分)、研究的暴露或结果偏倚测定 (0~3 分) 这 3 个主要的方面进行评价,最高分为 9 分。如果检索文献的 NOS 评分 ≥ 6 分则被认为是高质量的文章,即可纳入研究。

1.1.4 资料提取及数据来源

本研究由 2 位研究者独立提取被纳入文献的相关数据,资料提取内容为 (1) 基线资料:作者、发表年份、样本量、年龄、性别、调查地点、随访时间、终点事件、研究设计类型、影响因素等; (2) 暴露因素:血压情况 (收缩压、舒张压、高血压治疗方案等)、生活方式 (吸烟、饮酒、饮食情况等)、营养状况 (身高、体重、体重指

数、白蛋白等)、生化指标 (脑利尿钠肽、超敏肌钙蛋白、白细胞介素、甘油三酯、同型半胱氨酸、高密度脂蛋白胆固醇等)、超声指标 (心脏超声、血管超声等)、现患疾病情况 (合并症、既往史、家族史、过敏史等)、社会经济地位 (文化程度、职业、收入、婚姻、居住地、社会经济地位复合指标等) 等危险因素与发生心血管事件的风险值 (OR/RR) 及其 95% CI。

通过查阅文献收集 CVD 相关各个危险因素的暴露率,对无法查阅到的暴露率,则通过文献中的数据换算得到。

1.2 研究方法

1.2.1 meta 分析

使用软件 RevMan 5.3 计算所有数据的合并 OR 值及 95% CI,并通过卡方检验确定研究异质性。当 $P > 0.1, I^2 < 50\%$ 时,采用固定效应模型进行 meta 分析;反之,则采用随机效应模型。

1.2.2 Rothman-Keller 模型

Rothman-Keller 模型^[7]是 1972 年 Rothman 和 Keller 首次提出的针对 meta 分析数据进行个体慢性病发病风险的多因素预测模型。其基本思路是:通过计算疾病基准发病率得到各危险因素对应的危险分数,从而计算出组合危险分数以获得个体发病风险,达到利用汇总数据对个体发病风险进行预测的目的。

其实现过程如下:

(1) 如 $P > 5\%$,则将 meta 分析的 OR 值转化为 RR 值, $RR = \frac{OR}{(1-p_0) + (p_0 \times OR)}$, p_0 为非暴露组发病率,否则 $RR \approx OR$;

(2) 计算人群归因危险度百分比 (PAR%) = $\frac{P(RR-1)}{P(RR-1)+1} \%$, P 为各个危险因素的人群暴露率;

(3) 计算基准发病率 $\rho = \frac{1}{RR_1 \times P_1 + \dots + RR_n \times P_n} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n RR_i \times P_i} = 1 - PAR\%$, P_i 为暴露于某一水平危险因素的个体占全人群的比例, RR_i 为暴露于某一水平危险因素的相对危险度;

(4) 计算组合危险分数 $S = (m_1 - 1) + (m_2 - 1) + \dots + (m_i - 1) + n_1 \times n_2 \times \dots \times n_j$, m_i 为 ≥ 1 的各项危险分数; n_j 为 ≤ 1 的各项危险分数;危险分数 = $\rho \times RR_i$;

(5) 得到发病风险 = 人群总发病率 \times 组合危险分数。

1.2.3 logistic 回归模型

logistic 回归模型是一种应用十分广泛的疾病风险预测模型,计算公式如下:

$$\text{logit}(P) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i, \text{ 即 } P =$$

$\frac{1}{1 + \exp[-(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i)]}$, P 为个体发病的概率; x_1, x_2, \dots, x_i 为 1、2、…… i 个影响因素; α 为常数项; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$ 为偏回归系数。

1.2.4 建立数据模拟

本研究通过 11 个危险因素的二项分布函数,假设个体某一危险因素在研究人群中的暴露率为 P ,当个体 $P < P_0$ 时为 1, $P > P_0$ 时为 0,模拟一组 20 000 例的随

机数据,得到由 0、1 组成的数据集。将研究得到的危险因素转换为二分类变量。

2 结果

2.1 文献检索结果

初步检索获得文献 13 710 篇,去除重复后获得文献 9 355 篇,阅读文题和摘要剔除文献 7 650 篇,阅读全文排除文献共 1 645 篇,最终纳入 60 篇文献(表 1),其中包括 5 篇回顾性研究及 55 篇前瞻性研究,使用 NOS 进行文献质量评价后显示,纳入的文献均为评分 ≥ 6 分的优质文献。

表 1 纳入文献的 PMID

序号	PMID	序号	PMID	序号	PMID	序号	PMID	序号	PMID
1	11403365	13	19516172	25	22340227	37	22096561	49	20724937
2	27638847	14	9740626	26	20486434	38	16148603	50	11485505
3	11292266	15	35966526	27	30664702	39	7619345	51	21358601
4	28528984	16	18497466	28	19171789	40	27038718	52	10406838
5	32481372	17	19369956	29	10459869	41	26876489	53	16380520
6	23181592	18	28448842	30	15925731	42	19927131	54	22739421
7	23614851	19	15037563	31	11358937	43	25915878	55	17200217
8	33726720	20	10715256	32	32102826	44	20374948	56	32282123
9	17531916	21	25168847	33	26508441	45	27461397	57	30827144
10	28350621	22	17563546	34	15928029	46	33886370	58	27114424
11	15581339	23	28748918	35	14567498	47	31023377	59	25267736
12	17965983	24	18204065	36	19090880	48	23514844	60	19516174

注:PMID, PubMed 唯一标识码。

2.2 meta 分析结果

经过文献评阅,本研究共纳入了 19 种高血压患者发生 CVD 的相关因素进行统计分析,最终确定了 11 种具有统计学意义的危险因素,分别为男性、高龄、高胆固醇、低肾小球滤过率、糖尿病、贫血、体能状态差、高

血压治疗经历、高血压控制不佳、抑郁、睡眠呼吸暂停(表 2)。结果均无发表偏倚。

2.3 Rothman-Keller 模型的构建

2.3.1 Rothman-Keller 模型参数

计算过程见研究方法,具体参数值见表 3。

表 2 meta 分析结果

相关因素	数量	样本数量	meta 分析模型	OR	95% CI	合并效应量 P 值	I ² /%
男性	19	904 169	随机效应模型	1.46	1.23, 1.74	<0.000 1	95
高龄	7	134 868	随机效应模型	0.36	0.26, 0.50	<0.000 01	96
高胆固醇	5	21 944	随机效应模型	0.59	0.40, 0.88	0.009	66
低肾小球滤过率	6	40 919	随机效应模型	2.61	2.05, 3.32	<0.000 01	86
糖尿病	14	288 732	随机效应模型	2.12	1.57, 2.87	<0.000 01	89
贫血	2	5 770	固定效应模型	2.5	1.80, 3.42	<0.000 01	0
体能状态差	7	53 450	随机效应模型	1.52	1.00, 2.31	0.05	96
高血压治疗经历	3	6 080	随机效应模型	1.4	1.15, 1.70	0.000 7	83
高血压控制不佳	8	107 126	随机效应模型	0.55	0.40, 0.76	0.000 3	95
抑郁	3	33 726	随机效应模型	1.81	1.44, 2.29	<0.000 01	66
睡眠呼吸暂停	2	3 749	固定效应模型	2.2	1.62, 2.99	<0.000 01	0

表 3 高血压患者 CVD 发病风险 Rothman-Keller 模型及 logistic 模型参数表

影响因素	暴露率/%	RR	PAR/%	ρ /%	危险分数	OR	β
性别							
男性	45.90	1.34	13.59	86.41	1.16	1.46	0.38
女性	54.10	1.00	—	86.41	0.86	1.00	—
年龄							
男性≤55岁,女性≤60岁	56.60	0.41	-50.15	150.15	0.62	0.36	-1.02
男性>55岁,女性>60岁	43.40	1.00	—	150.15	1.50	1.00	—
胆固醇							
正常	86.60	0.64	-45.32	145.32	0.93	0.59	-0.53
偏高	13.40	1.00	—	145.32	1.45	1.00	—
肾小球滤过率							
<60 mL/min	10.00	2.00	9.08	90.92	1.82	2.61	0.96
≥60 mL/min	90.00	1.00	—	90.92	0.91	1.00	—
糖尿病							
有	13.70	1.75	9.29	90.71	1.59	2.12	0.75
无	86.30	1.00	—	90.71	0.91	1.00	—
贫血							
有	6.90	1.95	6.12	93.88	1.83	2.50	0.92
无	93.10	1.00	—	93.88	0.94	1.00	—
锻炼情况							
较少	12.50	1.38	4.57	95.43	1.32	1.52	0.42
较多	87.50	1.00	—	95.43	0.95	1.00	—
高血压治疗情况							
有	36.52	1.30	9.91	90.09	1.17	1.40	0.34
无	63.48	1.00	—	90.09	0.90	1.00	—
高血压控制情况							
好	92.73	0.60	-58.62	158.62	0.95	0.55	-0.60
差	7.27	1.00	—	158.62	1.59	1.00	—
抑郁							
有	23.26	1.57	11.68	88.32	1.39	1.81	0.59
无	76.74	1.00	—	88.32	0.88	1.00	—
睡眠呼吸暂停							
有	8.60	1.79	6.37	93.63	1.68	2.20	0.79
无	91.40	1.00	—	93.63	0.94	1.00	—

2.3.2 确定风险等级划分界值

将根据 11 种危险因素的二项分布函数模拟生成的 20 000 例随机数据代入模型后,计算得到对应的 CVD 发病风险,再按从小到大的顺序对发病风险进行排序,以序号(ID)为横坐标,发病风险为纵坐标,绘制 20 000 个样本点的联合分布图,以 2 500 为间隔对 ID 进行分组。综合分析后,根据发病风险的变化趋势选取 A 点(ID=2 000,发病风险=0.373 7)为高血压患者发生 CVD 的低危及中危的划分节点,选取 B 点(ID=9 500,发病风险=0.605 4)为中危及高危的划分节点。即低危人群的发病风险范围为<0.373 7;中危人群为 0.373 7~0.605 4;高危人群为>0.605 4(图 1)。

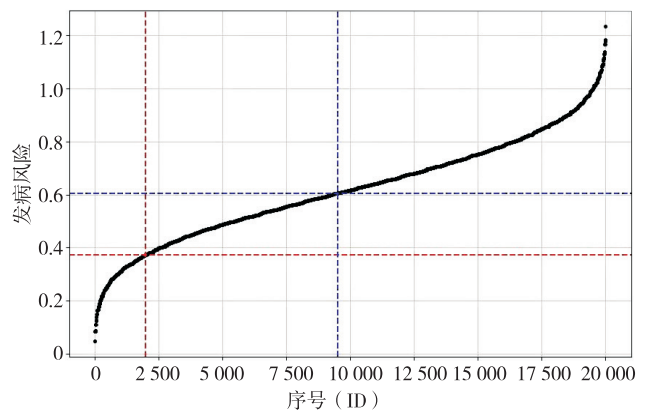


图 1 高血压患者 CVD 发生风险的 Rothman-Keller 模型风险等级划分界值

2.3.3 个体发病风险预测

假设有一例 70 岁男性,同时患有高血压及糖尿病,既往有过高血压治疗但目前血压控制较差,胆固醇水平正常,肾小球滤过率 $<60\text{ mL/min}$,平时锻炼较少,体能状态欠佳,无贫血、抑郁及睡眠呼吸暂停,通过查阅表 2,可以得到该患者的各项危险分数为 1.16、1.50、0.93、1.82、1.59、0.94、1.32、1.17、1.59、0.88、0.94,经公式计算出组合危险分数为 $(1.16-1)+(1.50-1)+(1.82-1)+(1.59-1)+(1.32-1)+(1.17-1)+(1.59-1)+0.93\times 0.94\times 0.88\times 0.94=3.8731$,再进一步计算该患者发生 CVD 的风险为 $3.8731\times 19.01\%=0.7363$,根据风险等级划分显示 $0.7363>0.6054$,结果说明该患者属于高危人群。

2.4 Rothman-Keller 模型准确度验证

本研究参考了薄小杰等^[8]的模型验证方法,首先通过公式计算出 logistic 回归模型所需要的 β 值(表 2),并通过模拟生成数据得到 logistic 回归模型预测高血压患者 CVD 发病风险曲线图,分别选择 A 点(ID=2000,发病风险 $P=0.4517$)、B 点(ID=13334,发病风险 $P=0.5516$)作为高血压患者发生 CVD 的低危、中危、高危划分节点(图 2)。将上述患者的特征代入 logistic 模型中进行计算, $P=1/\{1+\exp[-(-1.45+0.38\times 1-1.02\times 1-0.53\times 1+0.96\times 1+0.75\times 1+0.92\times 0+0.42\times 1+0.34\times 1-0.60\times 0+0.59\times 0+0.79\times 0)]\}=0.7047>0.5516$,结果显示该患者仍为高危人群。

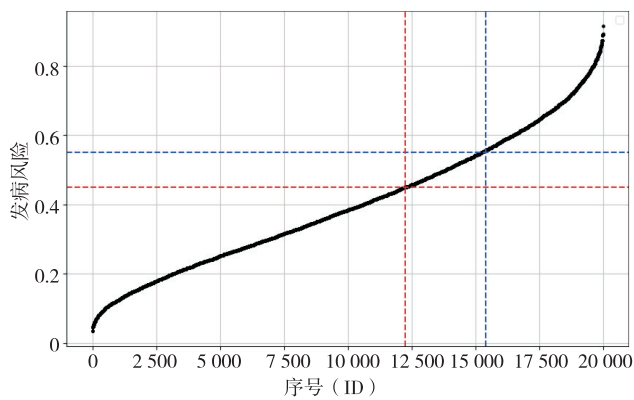


图 2 高血压患者 CVD 发生风险的 logistic 模型风险等级划分值

3 讨论

目前,在 CVD 分型中,高血压型 CVD 一直占据主要地位,因此,本研究通过查阅文献,采用 meta 分析的方法确定高血压患者发生 CVD 的危险因素,构建高血压患者 CVD 发病风险的 Rothman-Keller 模型,并在模型基础上确定了风险等级分界值,即以 0.3737、0.6054 作为低危、中危、高危的分界点,用以帮助识别高血压患者发生 CVD 的风险。

本研究共确定了 11 种高血压患者发生 CVD 的危

险因素,其中包括了 2 种不可干预危险因素,即男性及高龄^[9-11],动脉硬化程度随着年龄的增加会变得更严重,因此对高龄的男性患者,更推荐进行 CVD 风险评估,以便于早期进行干预。高胆固醇、高血糖、低肾小球滤过率这 3 种代谢性因素对高血压患者发生 CVD 也具有较大的负面影响,尤其是低肾小球滤过率需要重点关注。当高血压患者合并肾脏疾病时,CVD 的发生及死亡风险都会有更加显著的增加^[12-13]。贫血、睡眠呼吸暂停、抑郁这 3 种疾病状态也会导致高血压患者的 CVD 发病风险增加,特别是前二者,研究推测是因为贫血经常与肾脏疾病同时存在^[14],而在神经激素失调、内皮功能障碍和炎症的作用下,睡眠呼吸暂停与高血压的发展更是密切相关^[15],当每小时发生的呼吸暂停及低通气事件的数量 ≥ 30 次时,患者发生 CVD 及 CVD 死亡风险会更高^[16],因此这二者都需要多加关注。另外,既往有高血压治疗经历的患者相较于未行治疗的高血压患者,高血压的程度一般都更加严重,更容易发生靶器官损伤,同时高血压控制越差,CVD 风险也越高^[17-18]。本研究还表明体能状态越差,CVD 风险也会越高,定期运动可以防止动脉顺应性和功能下降^[19],从而显著降低血压。所以建议高血压患者定期检查血常规、生化指标等,同时改善不合理膳食,做到低糖、低脂饮食,多选择对肾脏负担较轻的食物,并定期锻炼,增强心肺功能,提高治疗依从性及自我管理的能力,控制好血压^[20]。

分析可见,这些危险因素往往不是独立作用,而是具有不同程度的交互效应以及叠加效应,由于 Rothman-Keller 模型很适用于纳入因素间存在交互作用的多病因预测,因此在进行模型选择时,优先选择了 Rothman-Keller 模型。如今,虽然用于心血管事件的预测模型并不少见,但绝大多数都是用于一般人群,用于老年人、高血压患者及糖尿病患者等特殊人群的预测模型还是屈指可数,且国内目前针对高血压人群的 CVD 预测更多的还是 10 年内发病风险预测^[21]。因此本研究针对高血压人群,量化高血压人群同时存在多种 CVD 危险因素时的发病风险,识别不同 CVD 风险等级的高血压人群,做到个体化干预及高效健康促进,不仅能够帮助临床工作人员做好早期识别,也可以帮助患者进行自我健康管理。本研究在 meta 分析的基础上构建预测模型,间接增加了研究的样本量,尤其弥补了亚洲样本量不足的问题,提高了预测结果的准确性。在此模型基础上,医护人员可在患者疾病发展不同阶段随时对患者进行不良心血管事件的发病风险评估,及时调整治疗及护理方案。且模型计算较为简单,省时省力,方便临床投入使用。

本模型的可改进之处:(1)部分常见的危险因素(家族史、睡眠、体重指数等)由于纳入文献中提及较少,未纳入模型中,未来可进一步完善;(2)由于年龄及性别不可干预,未来可以在此基础上,进一步构建不同年龄段及不同性别的高血压人群发生CVD风险的预测模型,以提高风险评估的精确度;(3)本研究缺乏实际临床样本对模拟数据结果进行准确度验证,下一步计划收集实际人群发病数据验证结果,对模型深入完善。

参考文献

- [1] Nedkoff L, Briffa T, Zemedikun D, et al. Global trends in atherosclerotic cardiovascular disease[J]. *Clin Ther*, 2023, 45(11):1087-1091.
- [2] Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2020, 16(4):223-237.
- [3] Engelen SE, van der Graaf Y, Stam-Slob MC, et al. Incidence of cardiovascular events and vascular interventions in patients with type 2 diabetes[J]. *Int J Cardiol*, 2017, 248:301-307.
- [4] 吴洵,覃玉,崔岚,等.江苏省居民心血管病高危人群流行病学特征及其影响因素分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(1):78-84.
- [5] Teo KK, Rafiq T. Cardiovascular risk factors and prevention: a perspective from developing countries[J]. *Can J Cardiol*, 2021, 37(5):733-743.
- [6] 赵冬. 心血管疾病危险因素的研究:过去、现在和未来[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(1):1-3.
- [7] Rothman K, Keller A. The effect of joint exposure to alcohol and tobacco on risk of cancer of the mouth and pharynx[J]. *J Chronic Dis*, 1972, 25(12):711-716.
- [8] 薄小杰,马乐,杨森.循证视角下成年女性压力性尿失禁发病风险的Rothman-Keller模型构建研究[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(30):3893-3899.
- [9] Shimamoto K, Fujita T, Ito S, et al. Impact of blood pressure control on cardiovascular events in 26,512 Japanese hypertensive patients: the Japan Hypertension Evaluation with Angiotensin II Antagonist Losartan Therapy (J-HEALTH) study, a prospective nationwide observational study[J]. *Hypertens Res*, 2008, 31(3):469-478.
- [10] Thomas F, Rudnichi A, Bacri AM, et al. Cardiovascular mortality in hypertensive men according to presence of associated risk factors[J]. *Hypertension*, 2001, 37(5):1256-1261.
- [11] Colafella KMM, Denton KM. Sex-specific differences in hypertension and associated cardiovascular disease[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2018, 14(3):185-201.
- [12] 唐敏.慢性肾脏病合并高血压患者发生心血管疾病以及收缩压控制的相关影响因素分析[J]. *医师在线*, 2023, 13(11):3-7.
- [13] Fravel MA, Ernst ME, Webb KL, et al. GFR variability, survival, and cardiovascular events in older adults[J]. *Kidney Med*, 2022, 5(2):100583.
- [14] Kim-Mitsuyama S, Soejima H, Yasuda O, et al. Anemia is an independent risk factor for cardiovascular and renal events in hypertensive outpatients with well-controlled blood pressure: a subgroup analysis of the ATTEMPT-CVD randomized trial[J]. *Hypertens Res*, 2019, 42(6):883-891.
- [15] Salman LA, Shulman R, Cohen JB. Obstructive sleep apnea, hypertension, and cardiovascular risk: epidemiology, pathophysiology, and management[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2020, 18:22(2):6.
- [16] Korostovtseva LS, Sviryaev YV, Zvartau NE, et al. Prognosis and cardiovascular morbidity and mortality in prospective study of hypertensive patients with obstructive sleep apnea syndrome in St Petersburg, Russia[J]. *Med Sci Monit*, 2011, 17(3):CR146-CR153.
- [17] Mefford MT, Goyal P, Howard G, et al. The association of hypertension, hypertension duration, and control with incident heart failure in black and white adults[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2020, 22(5):857-866.
- [18] Wang M, Wu T, Yu C, et al. Association between blood pressure levels and cardiovascular deaths: a 20-year follow-up study in rural China[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(2):e035190.
- [19] Zhou T, Su J, Tao R, et al. The association between daily total physical activity and risk of cardiovascular disease among hypertensive patients: a 10-year prospective cohort study in China[J]. *BMC Public Health*, 2021, 21(1):517.
- [20] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.成人高血压饮食指南(2023年版)[J]. *全科医学临床与教育*, 2023, 21(6):484-485,507.
- [21] 杨淞淳,孙至佳,吕筠,等.心血管疾病风险预测模型研究进展[J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(12):1243-1251.

收稿日期:2024-09-06

投稿须知

1. 投稿请作者根据系统提示填写完整个人信息(基金项目及编号、单位、地址、邮编、手机号码、E-mail、研究方向等)。
2. 稿件请用 word 格式文件上传,格式参照系统首页 2024 投稿格式示例。
3. 文责自负,编辑部可对文稿做文字修改、删减或退请作者修改。投稿刊登后其版权归《心血管病学进展》编辑部。
4. 收到本刊回执 2 个月后未接到本刊录用通知,则稿件仍在审阅研究中,作者如需另投他刊,请先与本刊联系。请勿一稿多投。
5. 本刊已加入中国学术期刊光盘版及网络版等。凡在本刊发表的论文将自然转载其中,如作者有异议,请投稿时声明,否则本刊将视为作者同意。

本刊编辑部