

doi:10.3969/j.issn.1674-117X.2024.01.007

交互视角下重大突发公共卫生事件 风险影响因素识别

刘 慧, 王坚强

(中南大学 商学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 为了有效识别重大突发公共卫生事件风险的影响因素, 基于交互视角, 从事件特征、预防能力、控制能力、恢复能力等 4 个方面, 构建了包含 4 个一级指标、18 个二级指标的重大突发公共卫生事件风险影响因素的指标体系。在此基础上, 运用模糊 DEMATEL 方法识别影响重大突发公共卫生事件风险的关键因素。最后, 通过实际案例, 对重大突发公共卫生事件风险影响因素的影响度、原因度和中心度进行了分析, 识别出关键影响因素, 验证了方法的可行性。

关键词: 重大突发公共卫生事件; 交互影响; 风险识别; 模糊 DEMATEL 方法

中图分类号: D63; R129

文献标志码: A

文章编号: 1674-117X(2024)01-0048-07

Identification of Influencing Factors of Major Public Health Emergencies from Interaction Perspective

LIU Hui, WANG Jianqiang

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In order to effectively identify the factors that affect the risk of major public health emergencies, an evaluation index system, including four first-level indicators and eighteen second-level indicators, was firstly constructed from four aspects: event characteristics, prevention capabilities, control capabilities, and recovery capabilities. Then, the fuzzy DEMATEL method was employed to identify the critical factors of major public health emergencies. Lastly, the critical factors were identified and thus the feasibility of the method verified via case studies which analyze the influence, cause, and centrality of factors affecting major public health emergencies.

Keywords: major public health emergencies; interaction effect; risk identification; fuzzy DEMATEL method

收稿日期: 2023-10-11

基金项目: 湖南省哲学社会科学基金资助项目“交互视角下重大突发公共卫生事件风险评估研究”(20YBQ104)

作者简介: 刘 慧, 女, 陕西榆林人, 中南大学讲师, 博士, 硕士生导师, 研究方向为风险管理、网络脆弱性;
王坚强, 男, 湖南湘潭人, 中南大学教授, 博士, 博士生导师, 研究方向为决策理论及预测。

《突发公共卫生事件应急条例》中将突发公共卫生事件定义为: 突然发生, 造成或者可能造成社会公众健康严重损害的重大传染病疫情、群体性不明原因疾病、重大食物中毒和职业中毒以及其他严重影响公众健康的事件^[1]。近 20 年以来, 世界范围内先后爆发了 SARS、甲型 H1N1、H7N9 禽流感、新型冠状病毒等重大突发公共卫生事件。突发公共卫生事件的频繁发生不仅会给人民的生命健康带来严重威胁, 同时也会给经济、社会发展等带来多维度的重大风险。例如, 据世界卫生组织统计, 截至 2023 年 3 月 11 日, 全球新型冠状病毒确诊病例超过 7.59 亿例, 报告的死亡病例近 690 万例^[2]。因此, 及时研判和识别影响重大突发公共卫生事件风险的因素, 对于有效应对突发公共卫生事件具有重要意义。

关于重大突发公共卫生事件风险的相关研究, 部分学者从医药卫生与防疫的角度识别引发重大突发公共卫生事件发生的风险源^[3], 例如传染性疾病^[4]、自然因素^[5]、环境污染^[6]、不健康的食品^[7]等, 并根据风险源特征提出对应的风险管理策略。部分学者针对重大突发公共卫生事件全过程中的风险管理问题进行了研究。例如, 周忠良等^[8]基于“全周期管理”理念构建了重大突发公共卫生事件风险的全过程动态防控理论框架; 林恩祥^[9]对新冠疫情防控全过程演化中可能存在的风险点进行了深入剖析, 并提出了相应的改进措施; 黄毅峰^[10]针对重大疫情风险治理中存在的不足, 从公共卫生事件重大风险的评估机制、研判机制、决策机制和防控机制等 4 个方面提出了完善风险治理机制建构的路径; 张鸣春^[11]基于芬克模型与危机管理理论, 提出了针对重大突发公共卫生事件的全周期管理流程。

此外, 有学者以特定类型的重大突发公共卫生事件为研究对象, 对其风险进行了评估。例如, 吴嘉琪^[12]以“传播-致死”评估框架构建了城市重大突发传染病公共卫生事件风险评估指标体系, 并将其运用到陕西省具体案例中; 姚春风等^[13]综合运用几种方法构建了化学中毒突发公共卫生事件风险评估指标体系; 吴家兵等^[14]构建了洪涝灾害公共卫生风险评估指标体系, 并对安徽省 2016 年洪涝灾害公共卫生的风险进行了评估; 温昕玉^[15]基于区域灾害系统理论和风险理论, 构

建了包含自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等四大类突发公共卫生事件风险的评价指标体系; 李亦唯^[16]从脆弱性和防护能力两个方面出发, 构建了城市公共安全评估指标体系, 在此基础上, 基于因子分析权重法对杭州市的公共卫生风险进行了评估; 吴丽群等^[17]采用德尔菲方法 (Delphi), 从风险发生的可能性和后果的严重性两方面, 构建了包含 4 个影响风险发生指标和 10 个影响风险后果严重性指标的大型活动蚊媒疾病传播风险评估指标体系。

综上所述, 虽然关于重大突发公共卫生事件风险管理的研究取得了丰富的成果, 但已有研究大多从定性角度进行, 且一般认为影响重大突发公共卫生事件的不同因素之间是相互独立的。事实上, 影响重大突发公共卫生事件风险的因素并不是相互独立的, 而是相互作用和影响的。例如, 当具有传染性的重大突发公共卫生事件发生后, 如果由于发生地的医疗资源不足而导致感染者无法及时入院治疗的话, 则可能会让更多的人感染, 进一步引起医疗资源紧张。这种不同影响因素间的交互作用关系, 无疑增加了重大突发公共卫生事件的防控和管理难度。基于此, 本文以重大突发公共卫生事件为研究对象, 从重大突发公共卫生事件特征和应急管理的全过程出发, 构建重大突发公共卫生事件风险影响因素指标体系; 在此基础上, 运用模糊决策试验与评价实验室 (decision making trial and evaluation laboratory, DEMATEL) 方法识别交互作用下影响重大突发公共卫生事件风险的重要因素; 最后, 将构建的指标体系和提出的方法应用到实际案例中, 识别重大突发公共卫生事件风险的影响因素, 验证方法的可行性。

一、指标体系构建

根据重大突发公共卫生事件的成因和性质, 可以将其划分为重大传染病疫情、群体不明原因疾病、重大环境污染事故等影响公众健康的事件。由于事件成因和性质的不同, 不同类型的重大突发公共卫生事件发生后带来的影响和应急管理的侧重会有所不同。基于此, 本文从重大突发公共卫生事件特征出发, 结合重大突发公共卫生事件应急管理的事前、事中、事后三个阶段, 通过对重大突发事件风险评估相关文献进行梳理和总结,

初步得到影响重大突发公共卫生事件风险的指标体系;在此基础上,采用专家法对初步选定的指标进行筛选,最后建构包含事件特征、预防能力、控制能力和恢复能力4个一级指标、18个二级指标的影响重大突发公共卫生事件风险的指标体系。

在重大突发公共卫生事件风险体系中,4个一级指标分别为:事件特征、预防能力、控制能力、恢复能力。事件特征主要是从重大公共卫生事件自身属性特征出发对影响风险的因素进行细分,包括传染性、传染途径、致死性、治愈性、变异性5个二级指标;预防能力主要是对地区预防重大突发公共卫生事件发生的能力进行细化,包括监测预警、培训演练、应急预案制定、防灾基础设施构建4个二级指标;控制能力是指重大突发公共卫生事件发生后,与地区应对控制能力相关的指标,包括应急处置方案制定、医疗基础设施、居民生活保障、应急指挥和协调、舆情管理5个二级指标;恢复能力是重大突发公共卫生事件结束后,恢复到事件发生前的能力,包括灾后恢复计划制定、灾后恢复计划执行、应急预案调整、总结分析反馈结果4个二级指标。重大突发公共卫生事件风险评估指标体系如表1所示。

表1 重大突发公共卫生事件风险评估指标体系

目标层	一级指标	二级指标
重大突发 公共卫生 事件风险	事件特征 D1	传染性 D11
		传染途径 D12
		致死性 D13
		治愈性 D14
		变异性 D15
	预防能力 D2	监测预警 D21
		培训演练 D22
		应急预案制定 D23
		防灾基础设施构建 D24
	控制能力 D3	应急处置方案制定 D31
		医疗基础设施 D32
		居民生活保障 D33
		应急指挥和协调 D34
		舆情管理 D35
	恢复能力 D4	灾后恢复计划制定 D41
		灾后恢复计划执行 D42
		应急预案调整 D43
		总结分析反馈结果 D44

需要指出的是,表1构建的重大突发公共卫生

事件风险评估指标体系并不是固定不变的,由于不同城市的地理位置、环境特征和基础设施等存在差异,评价主体可以根据被评估对象的实际情况对指标体系中的二级指标进行增加或者删减。

二、关键影响因素识别方法

重大突发公共卫生事件风险影响因素并不是独立的,其相互间存在交互影响的关系。基于此,如何在交互视角下识别影响重大突发公共卫生事件风险的关键因素,对于预防和控制重大突发公共卫生事件发生具有重要意义。本文利用模糊决策试验与评价实验室(DEMATEL)方法识别其关键影响因素。DEMATEL方法是1972年至1976年间,由美国巴特尔纪念研究院的科学与人类事物项目组提出,主要用来分析复杂相互关联的问题群^[18]。不同于传统层次分析法,DEMATEL模型的优势在于不要求元素间的关系是独立的,同时也适用于小样本量的分析。该方法主要通过专家的知识 and 经验,来确定各元素之间的因果关系,从而可以从众多相互关联的影响因素中识别出关键因素。目前,该方法被广泛应用于医院服务质量^[19]、供应商选择^[20]、供应链管理^[21]、应急管理^[22]、旅游景观健康^[23]等相关研究中识别关键影响因素,以及分析不同因素之间的影响关系。由于DEMATEL模型的初始矩阵是选择相关领域的专家进行评估,而专家定性评价语言具有模糊性,这种定性评价对于DEMATEL方法来说是一个挑战^[24]。基于此,本文运用 Opricovic 等^[25]提出的 CFCS (converting fuzzy numbers into crisp scores) 算法,将专家的定性评价进行定量化,有效降低主观评价带来的差异性。模糊 DEMATEL 方法的具体步骤如下。

1. 获得直接关联矩阵 A

根据表1构建的重大公共卫生事件风险评估指标体系设计专家评估语义量表,任意两个指标因素之间的影响程度用0~4进行量化。其中,0表示“无影响”,1表示“影响非常低”,2表示“低影响”,3表示“高影响”,4表示“影响非常高”。矩阵 A 是根据专家评估语义量表对任意两个因素之间的直接影响程度评价得到的矩阵,记为 $A=[a_{ij}]_{n \times n}$,其中 a_{ij} 代表指标 i 对指标 j 的影响程度, n 代表表1中二级指标的个数,取值为18。

2. 设计模糊语言量表

CFCS 算法是利用模糊数的最大值与最小值的范围, 将三角模糊数转化为确定数, 该方法计算简单, 且可以将模糊信息的丢失降到最低^[25]。基于该方法, 可以将通过专家评价得到的因素 i 对因素 j 的影响程度 a_{ij} 定义为 $a_{ij}=(l_{ij}, m_{ij}, r_{ij})$, 其中 l_{ij} 、 m_{ij} 和 r_{ij} 分别代表悲观值、一般值和乐观值。根据表 2 的语义量表, 可以将专家对于任意两因素间的定性评价转化为三角模糊数值 (l_{ij}, m_{ij}, r_{ij}) 。

表 2 语义量表及其对应的三角模糊数

语义变量	语义值	三角模糊数 (TFNs)
无影响 (No)	0	(0, 0, 0.25)
影响非常低 (VL)	1	(0, 0.25, 0.50)
低影响 (L)	2	(0.25, 0.50, 0.75)
高影响 (H)	3	(0.50, 0.75, 1.00)
影响非常高 (VH)	4	(0.75, 1.00, 1.00)

3. 将三角模糊数转化为直接关联矩阵 Z

在步骤 2 三角模糊数转化的基础上, 利用 CFCS 方法计算得到直接关联矩阵 Z , 具体计算过程如下:

(1) 三角模糊边界值的标准化处理

$$x_{rj} = (r_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max}, \quad (1)$$

$$x_{mj} = (m_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max}, \quad (2)$$

$$x_{lj} = (l_{ij} - l_i^{\min}) / \Delta_{\min}^{\max}, \quad (3)$$

式中: $\Delta_{\min}^{\max} = r_i^{\max} - l_i^{\min}$, $r_i^{\max} = \max_j r_{ij}$, $l_i^{\min} = \min_j l_{ij}$ 。

(2) 左右边界的归一化处理

$$x_j^{ls} = x_{mj} / (1 + x_{mj} - x_{lj}), \quad (4)$$

$$x_j^{rs} = x_{rj} / (1 + x_{rj} - x_{mj}). \quad (5)$$

(3) 指标值的去模糊化处理

$$x_j^{crisp} = [x_j^{ls} (1 - x_j^{ls}) + x_j^{rs} x_j^{rs}] / [1 - x_j^{ls} + x_j^{rs}]. \quad (6)$$

(4) 指标值的确定

$$x_{ij} = l_i^{\min} + x_j^{crisp} \Delta_{\min}^{\max}. \quad (7)$$

4. 直接关联矩阵的正规化处理

利用公式 (8) 与公式 (9) 对直接关联矩阵 Z 进行正规化处理, 使正规化处理后得到的关联矩阵 D 元素的值介于 0 到 1。

$$D = S \times Z, \quad (8)$$

$$S = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}}, \quad (9)$$

式中: z_{ij} 表示矩阵 Z 中第 i 行和第 j 列的值。

5. 计算综合关联矩阵 M

通过正规化矩阵 D 与公式 (10) 计算因素之间的综合关联矩阵 M 。

$$M = D(I - D)^{-1}, \quad (10)$$

式中: I 为单位矩阵。

6. 设置阈值

影响重大突发公共卫生事件风险的因素众多, 综合关联矩阵中包含了全部因素之间的交互影响信息, 然而过多的交互信息会对决策者造成干扰。基于此, 在实际应用过程中, 可通过设置阈值的方式去掉因素之间的部分交互关系。对于阈值的设定, 可以由决策者根据实际情况而定, 也可以设置为综合关联矩阵的平均值。

7. 计算因素之间的影响度和被影响度

利用公式 (11) 和公式 (12) 计算第 i 个因素的影响度和被影响度。

$$r_i = \sum_{j=1}^n z_{ij}, \quad (11)$$

$$c_i = \sum_{j=1}^n z_{ji}, \quad (12)$$

式中: $i=1, 2, 3, \dots, n$; r_i 表示因素 i 对其他因素的影响程度; c_i 表示因素 i 被其他因素影响的程度。

8. 计算各因素的中心度

利用公式 (13) 和公式 (14) 计算各因素的中心度和原因度, 据此可以分析影响重大突发公共卫生事件风险的重要因素以及每个因素所属的因果种类。

$$m_i = r_i + c_i (i=1, 2, \dots, n), \quad (13)$$

$$n_i = r_i - c_i (i=1, 2, \dots, n). \quad (14)$$

中心度代表该因素在重大突发公共卫生事件风险影响因素指标体系中的位置及其作用。当原因度的值大于 0 时, 表示因素 i 对其他因素影响大, 称为原因因素; 如果 n_i 的值小于 0, 则代表因素 i 被其他因素影响较大, 该因素为结果因素。

三、案例分析

本文选取陕西省西安市作为研究对象。首先, 根据表 1 构建的重大突发公共卫生事件风险影响因素指标体系, 采用李克特 (Likert) 5 级量表设计专家评估语义量表, 用来获得任意两个因素之间的直接影响关系。其次, 邀请在该市应急管理

相关部门工作或从事应急管理领域研究超过10年的5名专家。根据专家评估语义量表对因素间的影响程度进行评估,获得5份有效问卷。邀请的5名专家的具体情况见表3。最后,采用模糊DEMATEL方法识别影响该市重大突发卫生事件风险的关键因素。

表3 专家基本情况

特征	人数	特征	人数
性别	男 3	职称	高级 4
	女 2		中级 1
年龄/岁	30~40 1	工作年限/年	10~20 2
	>40~50 1		>20~30 2
	>50 3		>30 1
学位	博士 3	工作单位	应急管理行政部门 3
	硕士 1		高校 2
	学士 1		

根据问卷获得的数据,运用模糊DEMATEL方法,计算得到该市重大突发公共卫生事件风险影响因素间的综合关联矩阵 M (限于篇幅,不在此具体列出矩阵 M)。为了避免因素之间过多的交互关系对决策造成不利影响,将 M 矩阵中所有元素的平均值设为阈值,对综合关联矩阵 M 进行筛选,大于阈值的元素间的交互影响值不变,小于阈值的交互值设置为0,据此可以得到筛选后的因素间综合关联矩阵。在此基础上,计算得到该市重大突发公共卫生事件风险因素的影响度(行和)、被影响度(列和)、中心度、原因度,具体如表4所示。其中,影响度和被影响度代表该因素对其他因素的影响和被其他因素影响程度的大小,中心度代表该因素的重要程度,因素的中心度值越大,则其越需要被重视。原因度是因素对其他因素的影响程度与被其他因素影响程度之差,当该值大于0时,表示该因素主要对其他因素带来影响,当该值小于0时,则表示该因素受其他因素影响较大。

(一) 影响度分析

从表4可以看出,在重大突发公共卫生事件风险的18个影响因素中,影响度值排序前4的因素分别为:变异性(D15)、应急处置方案(D31)、传染性(D11)和医疗基础设施(D32)。如果造成重大突发公共卫生事件发生的风险源具有变异性强、传染性高的特征,则势必需要投入更多的

表4 因素行和、列和、中心度和原因度

因素代码	影响度(r_i)	被影响度(c_i)	中心度(r_i+c_i)	原因度(r_i-c_i)
D11	1.398	1.348	2.746	0.050
D12	1.368	1.180	2.548	0.188
D13	1.212	1.196	2.408	0.016
D14	0.584	1.137	1.721	-0.553
D15	2.101	0.378	2.479	1.723
D21	0.860	0.717	1.577	0.143
D22	1.172	1.060	2.232	0.112
D23	0.949	1.229	2.178	-0.280
D24	1.121	1.047	2.168	0.074
D31	1.747	1.565	3.312	0.182
D32	1.387	1.308	2.695	0.079
D33	0.951	1.317	2.268	-0.366
D34	1.151	1.291	2.442	-0.140
D35	0.791	1.201	1.992	-0.410
D41	0.656	0.911	1.567	-0.255
D42	0.543	0.733	1.276	-0.190
D43	0.908	1.675	2.583	-0.767
D44	1.083	0.692	1.776	-0.391

资源对其进行防控,这种情况下就会对与该事件预防、控制和恢复相关的因素产生影响。此外,如城市重大突发公共卫生事件应急处置方案制定不够完备和充分,同时当地的医疗基础设施不能保障事件的受害者都能及时接受治疗的话,则会进一步加剧对重大突发公共卫生事件控制和恢复的难度。而在被影响度中,受其他因素影响排名前4的因素分别为:应急预案调整(D43)、应急处置方案(D31)、传染性(D11)、居民生活保障能力(D33)。这说明,在重大突发公共卫生事件风险管理中,其他因素的状态和变化都会对这4个因素产生较大影响。在这种情况下尤其要关注其他因素的变化,当其他因素发生变化后,要提前对这4个因素做好调整的准备。

(二) 原因度分析

根据因素原因度值的大小,可以将所有因素分为原因组与结果组。当因素的原因度大于0,则其为原因因素;当该值小于0时,则其为结果因素。从表4可以看出,原因组中的影响因素分别为传染性(D11)、传染途径(D12)、致死性(D13)、变异性(D15)、监测预警(D21)、培训演练(D22)、防灾基础设施构建(D24)、应急处置方案(D31)、医疗基础设施(D32)等9个因素,说明这些因素对其他因素的影响要比受其他因素影响的程度更

大。其中,在原因组中,原因度值排序前3的因素分别是变异性(D15)、传染途径(D12)和应急处置方案(D31)。这说明,不管是重大突发公共卫生事件风险源具有变异性强的特征,或是具有多种传染途径,或是应急管理部门制定应急处置方案不合理时,都会造成重大突发公共卫生事件风险影响的进一步扩大,例如使更多人感染和死亡、引起医疗基础设施的拥挤等。

此外,从表4可以看出,在结果组中的因素分别为:治愈性(D14)、应急预案制定(D23)、居民生活保障能力(D33)、应急指挥和协调能力(D34)、舆情管理能力(D35)、灾后恢复计划制定(D41)、灾后恢复计划执行(D42)、应急预案调整(D43)、总结分析反馈结果(D44)。同时,按照结果组中原因度值的绝对值大小排序位于前3的因素是应急预案调整(D43)、治愈性(D14)、舆情管理能力(D35),它们都极容易受到其他因素的影响。

(三) 中心度分析

为了进一步分析因素之间的影响关系,根据表4中的中心度与原因度的值,分别以原因度、中心度为纵坐标和横坐标,得到重大突发公共卫生事件风险影响因素的因果关系,如图1所示。

根据图1可以判定影响重大突发公共卫生事件风险因素群的特点。根据因素的中心度和原因度的值,可以将所有因素划分为4个区域。第I区域的因素属于防范区,第II区域因素为控制区,第III区域为预警区,第IV区域为监管区。在4个区域中,处在第II区域的因素在风险管理过程中是需要被高度关注的,这一区域因素具有高中心度和高原因度的特点,包括传染性(D11)、传染途径(D12)、致死性(D13)、变异性(D15)、应急处置方案制定(D31)、医疗基础设施(D32)。从中可以看出,第II区域的因素都是与事件特征(D1)和控制能力(D3)相关的因素,这些因素是重大突发公共卫生事件风险管理过程中需要重点关注的因素,如果与这些因素相关的准备工作做得不充分,都会对重大突发公共事件风险指标体系中其他因素产生影响,从而导致城市重大突发公共卫生事件风险提高。例如,应急处置方案制定不及时不合理时,就不能对重大突发公共卫生事件进行有效控制,从而导致该事件发生后的

影响范围扩大,造成的损失增加。当医疗基础设施不足时,则会导致部分患者无法及时得到治疗;如果引起重大突发公共卫生事件发生的风险源又具有传染性高、传播途径多的特征,同样会使得公共卫生事件的风险提高,带来的破坏性更大。因此,为了降低重大突发公共卫生事件风险,相关责任主体要高度关注事件自身的特征,通过及时有效的控制手段降低其传染性、减少其传染途径,同时还需制定完备和高效的应急处置方案等。

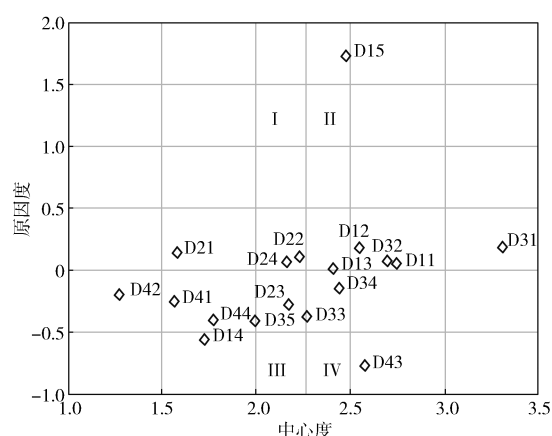


图1 重大突发公共卫生事件风险影响因素因果关系

值得注意的是,本文是以陕西省西安市为研究对象进行的案例分析,识别出的影响重大突发公共卫生事件风险的关键因素可能并不适用于其他城市。由于各个城市的具体情况不同,影响城市重大突发公共卫生事件风险的关键因素也会存在一定的差异。

近年来,各类重大突发公共卫生事件的频繁发生,给政府和人民带来了重大的影响,因此,如何提前识别影响重大突发公共卫生事件风险的关键因素,对于预警和控制重大突发公共卫生事件具有重要意义。针对该问题,本文在交互视角下,从事件特征、预防能力、控制能力和恢复能力等4个方面,构建了包含4个一级指标、18个二级指标的影响重大突发公共卫生事件风险因素的指标体系。在此基础上,运用模糊DEMATEL方法识别影响重大突发公共卫生事件风险的关键因素。最后,通过实际案例,对重大突发公共卫生事件风险的影响因素进行了分析,发现在风险管理过程中,尤其需要关注的因素为传染性(D11)、传染途径(D12)、致死性(D13)、变异性(D15)、应急处置方案制定(D31)、医疗基础设施(D32)。

需要说明的是,本文构建的重大突发公共卫生事件风险影响指标体系虽适用于不同城市,但具体使用过程中应根据城市的实际情况对指标体系进行适当调整,以使指标体系具有更好的针对性。此外,在重大突发公共卫生事件应急管理的各个阶段,应该适时、动态地进行关键影响因素的识别,并及时调整应急策略。

参考文献:

- [1] 突发公共卫生事件应急条例[S/OL]. [2023-10-20]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62137.htm.
- [2] World Health Statistics 2023: Monitoring Health for the SDGs, Sustainable Development Goals[R]. Geneva: World Health Organization, 2023: 17.
- [3] 王家峰. 重大突发公共卫生事件的风险及其治理: 研究的诸领域及其现状评估[J]. 深圳社会科学, 2021, 4(3): 15-28.
- [4] KHAN A, PATRICK W. The Next Pandemic: On the Front Lines Against Humankind's Gravest Dangers[M]. New York: Public Affairs, 2016: 149.
- [5] NOJI E K. The Public Health Consequences of Disasters[J]. Prehospital and Disaster Medicine, 2000, 15(4): 147-157.
- [6] SUK W, AHANCHIAN H, ASANTE K A, et al. Environmental Pollution: An Under-Recognized Threat to Children's Health, Especially in Low-and Middle-Income Countries[J]. Environmental Health Perspectives, 2016, 124(3): A41-A45.
- [7] LEJEUNE J T, RAJALA-SCHULTZ P J. Food Safety: Unpasteurized Milk: A Continued Public Health Threat[J]. Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America, 2009, 48(1): 93-100.
- [8] 周忠良, 赵雅欣, 沈 迟, 等. 城市重大公共卫生风险全过程防控体系构建[J/OL]. [2023-10-20]. 西安交通大学学报(社会科学版). <https://kns.cnki.net/kcms2/detail/61.1329.C.20230717.1227.002.html>.
- [9] 林恩祥. 重大突发公共卫生事件风险管理研究: 以新冠肺炎疫情为例[J]. 山东行政学院学报, 2020(4): 109-115.
- [10] 黄毅峰. 公共卫生重大风险治理机制: 理论、实践与构想[J]. 东方论坛, 2020(2): 101-112.
- [11] 张鸣春. 风险社会重大突发公共卫生事件全周期管理研究: 以新冠肺炎疫情防控为例[J]. 中国公共卫生管理, 2022, 38(2): 141-145.
- [12] 吴嘉琪. 城市重大突发公共卫生事件风险评估研究: 基于新冠肺炎疫情大规模爆发时期的分析[D]. 广州: 暨南大学, 2021.
- [13] 姚春风, 谭兆营, 杨丹丹. 化学中毒突发公共卫生事件风险评估指标体系和评估方法探讨[J]. 职业与健康, 2014, 30(10): 1416-1419.
- [14] 吴家兵, 龚 磊, 陈 芳, 等. 洪涝灾害公共卫生风险评估指标体系的构建及应用[J]. 浙江大学学报(医学版), 2018, 47(2): 118-123.
- [15] 温昕玉. 区域突发公共事件风险评估的 PHV 集成模型构建与应用[D]. 银川: 宁夏大学, 2022.
- [16] 李亦唯. 城市公共安全风险评估指标体系构建及实证研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2018.
- [17] 吴丽群, 陈晓敏, 周良才, 等. 应用 Delphi 法构建大型活动蚊媒疾病传播风险评估指标体系的研究[J]. 现代预防医学, 2022, 49(1): 158-162, 166.
- [18] HSU C W, KUO T C, CHEN S H, et al. Using DEMATEL to Develop a Carbon Management Model of Supplier Selection in Green Supply Chain Management[J]. Journal of Cleaner Production, 2013, 56: 164-172.
- [19] SHIEH J I, WU H H, HUANG K K. A DEMATEL Method in Identifying Key Success Factors of Hospital Service Quality[J]. Knowledge-Based Systems, 2010, 23(3): 277-282.
- [20] MIRMOUSA S, DEHNAVI H D. Development of Criteria of Selecting the Supplier by Using the Fuzzy DEMATEL Method[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2016, 230: 281-289.
- [21] LIN K P, TSENG M L, PAI P F. Sustainable Supply Chain Management Using Approximate Fuzzy DEMATEL Method[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2018, 128: 134-142.
- [22] DING X F, LIU H C. A 2-Dimension Uncertain Linguistic DEMATEL Method for Identifying Critical Success Factors in Emergency Management[J]. Applied Soft Computing, 2018, 71: 386-395.
- [23] 陈建设, 张萌萌. 基于 PSR-DEMATEL 的世界自然遗产旅游景观健康影响因素研究[J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2021, 26(2): 54-61.
- [24] ZHANG Z X, WANG L, WANG Y M, et al. A Novel Alpha-Level Sets Based Fuzzy DEMATEL Method Considering Experts' Hesitant Information[J]. Expert Systems with Applications, 2023, 213: 118925.
- [25] OPRICOVIC S, TZENG G H. Defuzzification Within a Multicriteria Decision Model[J]. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 2003, 11(5): 635-652.

责任编辑: 徐海燕