

# 应用 Delphi 法和 AHP 法构建中小学校公共卫生应急能力评估指标体系研究

李学云, 周志峰, 赵梦蓝, 刘小敏, 钟剑明, 许玉成

深圳市福田区疾病预防控制中心, 广东 深圳 518040

**摘要:** 目的 构建中小学校公共卫生应急能力指标体系, 为加强中小学公共卫生应急处置能力建设提供科学依据。

**方法** 在专家咨询和文献回顾的基础上, 选取疾控专家、学校领导和校医共 40 人为调查对象, 使用德尔菲法 (Delphi) 初步确定各级指标, 使用层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 确定各级指标的权重, 建立中小学校公共卫生应急能力指标体系。 **结果** 指标体系由 4 个一级指标、12 个二级指标、51 个三级指标组成。4 个一级指标分别为基础保障能力、应急队伍建设、应急体系建设、事件应对能力, 权重系数分别为 0.496 8、0.286 0、0.119 0 和 0.098 3。模型具有较好的一致性, 一级指标  $CR=0.0958$ , 各项二级指标  $CR$  值均小于 0.1。 **结论** 本研究通过定量方法建立的指标体系具有较高可信度和实用性, 可为中小学校公共卫生能力建设提供科学依据。

**关键词:** 中小学校; 应急能力评估; 德尔菲法; 层次分析法

中图分类号: G478 文献标识码: B 文章编号: 1006-3110(2018)07-0890-04 DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2018.07.036

## Application of Delphi method and analytic hierarchy process to building an evaluation index system of emergency response capability for public health emergencies in primary and middle schools

LI Xue-yun, ZHOU Zhi-feng, ZHAO Meng-lan, LIU Xiao-min, ZHONG Jian-ming, XYU Yu-cheng

Futian District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518040, China

Corresponding author: ZHOU Zhi-feng, E-mail: owen.zzf@163.com

**Abstract:** **Objective** To establish an evaluation index system of emergency response capability for public health emergencies in primary and middle schools so as to provide a scientific basis for strengthening the construction of emergency response capability for public health emergencies in primary and middle schools. **Methods** Based on expert consultation and review of literatures, the evaluation index system was established by applying Delphi method two rounds to consulting 20 CDC experts, 10 leaders and 10 school doctors from primary and middle schools. Analytic hierarchy process (AHP) was applied to calculate the weight of primary indexes. **Results** The constructed index system consisted of 4 primary indexes, 12 secondary indexes, and 51 tertiary indexes. The 4 primary indexes included basic support capability, contingent construction, emergency response system construction and incident response ability, whose systematic weights were 0.496 8, 0.286 0, 0.119 0 and 0.098 3 respectively. The model exhibited high consistency, and the consistency ratio (CR) was equal to 0.0958 for the primary indexes and greater than 0.1 for secondary indexes. **Conclusions** The index system constructed in this study possesses a high credibility and practicability. It can provide a scientific basis for the construction of emergency response capability for public health emergencies in primary and middle schools.

**Key words:** primary and middle schools; emergency capability assessment; Delphi method; analytic hierarchy process

学校是公共卫生突发事件频发的场所。近年来中小学校的传染病暴发疫情、食物中毒事件等公共卫生事件呈逐年上升趋势, 据报道, 80% 以上发生于中小学校<sup>[1-5]</sup>。公共卫生应对能力评价工具对于指导一个国家和地区的突发公共卫生事件应对体系建设起着

至关重要的作用。我国突发公共卫生事件防控能力体系的研究尚处于初级阶段, 已有的研究主要以疾病预防控制中心(下简称疾控机构)的公共卫生应急防控能力及其评估体系为主<sup>[6-7]</sup>, 针对学校突发公共卫生事件应急能力评估研究较少见。为此本研究对深圳市中小学开展调查, 采用德尔菲法 (Delphi) 和层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 建立中小学校公共卫生应急能力评估指标体系, 为完善中小学校公共卫生事件应急防控提供科学依据。

**基金项目:** 深圳市福田区科技计划项目 (FTWS201306)

**作者简介:** 李学云 (1974-), 女, 广东韶关人, 硕士, 主要从事卫生管理、公共卫生应急、传染病控制等工作。

**通信作者:** 周志峰, E-mail: owen.zzf@163.com。

## 1 对象与方法

1.1 调查对象 本研究选取 20 名深圳市及各区疾控中心专家(从事学校应急处置和管理工作的 5 年及以上)、10 名中小学负责人(分管卫生应急工作超过 3 年及以上)、10 名中小学校医(从事校医工作 5 年及以上),共 40 人为调查对象。

### 1.2 研究方法

1.2.1 初步确定评估指标 研究组通过查阅和分析国内外相关文献以及近十年来本地区学校公共卫生应急处置调查报告等资料,明确学校公共卫生应急能力的现状,初步拟定指标体系框架。

1.2.2 确定最终指标体系 采用德尔菲法独立咨询各专家意见,通过二轮问卷调查完成。第一轮,征求 20 名疾控专家、10 名学校负责人和 10 名学校校医意见,最后将意见结果整理、归纳,最后确定评价指标,并请专家对每项三级指标赋分。第二轮再请 40 名被访对象,将已建立和完成第一轮修改的指标两两比较后,构建两两比较的判断矩阵。

1.2.3 指标体系权重的确定 采用 yaahp 11.1 软件层次分析法确定第一、二级指标权重,采用比例分配法计算三级指标权重。层次分析法一般以 Saaty 设计的 1~9 的比例标度作为比较的标准<sup>[7]</sup>,通过构造两两比较的判断矩阵,计算各层指标归一化权重系数( $W_i$ ),在决定判断矩阵系数时,要求专家两两对比的评分之

间存在一致性,一致性指标的计算公式为:  $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$  ( $\lambda_{max}$  为专家构建的判断矩阵的最大特征根<sup>[8-9]</sup>),一致性比率为:  $CR = CI / RI$ ,其中  $RI$  为查表可得阶数为  $N$  的判断矩阵平均随机一致性指标,当  $CR \leq 0.1$  时,一般认为判断矩阵的一致性是可以接受的。检查判断矩阵的同时可对少数不一致的判断矩阵使用最小改变法进行修正,修正后所有  $CR$  都小于 0.1,再计算各指标权重。

比例分配法是依据指标的重要性评分来计算权重的方法。先计算每个三级指标重要程度评分的均值,把三级指标重要程度均值作为分子,该三级指标所归属的二级指标下包含的所有三级指标重要程度均值的累加之和作分母,两者的比值再乘以所属二级指标的权重即为该项三级指标的权重系数<sup>[10]</sup>。

1.2.4 专家积极系数、权威程度和协调程度情况 专家积极系数:使用应答率表示专家积极系数,专家应答率 = (调查问卷回收数/调查问卷发出数) × 100%,应答率越高专家积极程度也高;专家权威程度:使用专家对指标体系的判断系数和熟悉程度两个因素的算数平均

数来计算<sup>[11]</sup>;协调程度:使用协调系数计算,在评价整体指标体系中,要计算  $m$  个专家对所有  $n$  个指标的协调系数,用  $W$  表示,公式如下:①专家评价的分值相同时,协调系数公式:  $W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2$ ;②

当无相同分值时,协调系数公式为:  $W = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \sum_{j=1}^n d_j^2$ 。

协调系数表示全部专家就整个评价体系的评价分值是否具有-致性, $W$  越大,说明专家协调程度较高,当  $W \geq 0.5$  时,说明所有专家的协调程度较好。显著性检验,根据卡方检验<sup>[12]</sup>:  $\chi^2 = \frac{1}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2$ 。

$d_j^2, v = n - 1, P < 0.05$  说明有统计学意义,结果可信。

## 2 结果

2.1 指标体系建立 通过对文献中评价能力指标进行总结归纳和分析,初筛出一级指标 4 个、二级指标 12 个、三级指标 55 个,以此为基础模型,使用德尔菲法通过第一轮专家问卷调查,删除 4 个三级指标,将学校突发公共卫生事件评价能力指标体系确定为一级指标 4 个、二级指标 12 个、三级指标 51 个,结果见表 1。

2.2 指标权重计算 4 个一级指标权重由高到低依次为事件应对能力、基础保障能力、应急队伍建设和应急体系建设,权重系数分别为 0.496 8、0.286 0、0.119 0 和 0.098 3。12 个二级指标权重由高到低依次为资金保障(0.214 5)、处置情况(0.197 7)、上报情况(0.107 9)、队伍建设(0.089 2)、沟通协调(0.075 7)、物资保障(0.071 5)、监测情况(0.069 3)、管理机制(0.056 1)、善后处理(0.046 3)、培训演练(0.029 7)、制度建设(0.028 1)、政策保障(0.014 0)。各一二级指标权重结果见表 1。51 个三级指标中权重大小前十的依次为病例隔离情况(0.087 0)、经费开支落实情况(0.085 8)、政府对学校卫生的投入(0.064 4)、公共卫生防控占学校总支出比重(0.064 4)、消毒通风情况(0.049 4)、学校向卫生部门报告疫情及时性(0.043 2)、校医登记和追踪因病缺课情况(0.041 6)、晨检落实情况(0.039 5)、校医专业能力情况(0.035 7)、班级向校医报告疫情及时性(0.032 4),全部三级指标权重结果见表 1。

40 位专家对一二级指标两两比较的判断矩阵一致性检验统计量  $CR$  值中有 5 位专家判断矩阵  $CR > 0.1$ ,采用最小改变法修正后所有判断矩阵  $CR$  值均小于 0.1,一致性检验均达到可接受程度。

2.3 积极系数、权威程度和协调程度 本次研究共进行两轮问卷调查,第一轮共发出问卷 40 份,回收 40 份,专家积极系数为 100%;第二轮共发出问卷 40 份,回收 40 份,专家积极系数为 100%,说明专家参与积极性高。两轮问卷调查的专家权威系数分别为 0.76、0.82,说明专家权威程度高。两轮专家评价协调系数分别为 0.68 和 0.73,说明专家的协调程度较好。

表 1 中小学校公共卫生事件应急能力评价指标体系各级指标及权重情况

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重				
A 基础保障能力	0.286 0	A1 资金保障	0.214 5	A101 政府对学校卫生的投入	0.064 4				
				A102 公共卫生防控占学校总支出比重	0.064 4				
				A103 经费开支落实情况	0.085 8				
		A2 物资保障	0.071 5	A201 口罩等防护用品储备情况	0.021 5				
				A202 救治药物及设备情况	0.007 2				
				A203 洗手池配置情况	0.021 5				
				A204 消毒药械储备情况	0.003 6				
				A205 车辆安排情况	0.003 6				
				A206 医疗办公用房情况	0.014 3				
B 应急队伍建设	0.119 0	B1 队伍建设	0.089 2	B101 分管领导设置情况	0.008 9				
				B102 校医配置数量情况	0.026 8				
				B103 校医专业能力情况	0.035 7				
				B104 各班班主任责任分工情况	0.017 8				
		B2 培训演练	0.029 7	B201 制定培训和演练计划方案情况	0.005 9				
				B202 参加卫生应急培训和演练情况	0.011 9				
				B203 校内开展培训和演练情况	0.011 9				
				C 应急体系建设	0.098 3	C1 政策保障	0.014 0	C101 应急体系建设纳入教育部门发展规划	0.007 0
								C102 应急体系建设纳入学校发展规划	0.007 0
C2 制度建设	0.028 1	C201 应急预案的编制情况	0.002 8						
		C202 应急物资储备制度	0.001 4						
		C203 应急事件上报处置制度	0.001 4						
		C204 学生晨检制度	0.005 6						
		C205 学生缺课追踪登记制度	0.002 8						
		C206 学生病愈复课查验制度	0.001 4						
		C207 学生健康管理制度	0.002 8						
		C208 学生免疫规划管理制度	0.001 4						
D 事件应对能力	0.496 8	C3 管理机制	0.056 1	C209 健康教育制度	0.002 8				
				C210 通风、消毒制度	0.005 6				
				C301 应急指挥组织架构合理性	0.022 4				
				C302 现场处置机制	0.016 8				
		D1 监测情况	0.069 3	C303 监测预警机制	0.011 2				
				C304 保障机制	0.005 6				
		D2 上报情况	0.107 9	D101 班级上报因病缺课情况	0.027 7				
				D102 校医登记和追踪因病缺课情况	0.041 6				
		D3 处置情况	0.197 7	D201 班级向校医报告疫情及时性	0.032 4				
				D202 学校向卫生部门报告疫情及时性	0.043 2				
D203 学校向卫生部门报告疫情准确性	0.032 4								
D301 晨检落实情况	0.039 5								
D302 病例隔离情况	0.087 0								
D303 重症转运能力	0.002 0								
D4 沟通协调	0.075 7	D304 消毒、通风情况	0.049 4						
		D305 预防接种情况	0.009 9						
		D306 健康教育情况	0.009 9						
		D401 校医、班主任、校领导沟通情况	0.026 5						
		D402 学校和疾控部门沟通情况	0.022 7						
		D403 学校和医疗机构沟通情况	0.003 8						
		D404 学校和家长的沟通情况	0.022 7						
		D5 善后处理	0.046 3	D501 事件控制效果情况	0.018 5				
D502 对相关人员的奖惩情况	0.004 6								
D503 抚恤和补助能力	0.004 6								
D504 事件总结和完善情况	0.018 5								

3 讨 论

中小学人群高度密集,一旦疫情在学校暴发,容易造成扩散和流行,将严重威胁学生和教师身体健康和生命安全,对学校、家庭和社会造成较大影响。公共卫生事件应急能力对于中小学公共卫生事件的防控至关重要,但目前还缺乏较为详细和科学的学校公共卫生



事件应急能力评估指标体系相关研究。本课题使用德尔菲法和层次分析法在深圳市开展中小学公共卫生应急能力指标体系建设,为中小学提升公共卫生应急能力建设提供科学依据,可有效降低和高效应对公共卫生应急事件的发生和蔓延。

德尔菲法在国内外被广泛接受,研究者常用它建立事件评价的指标体系,它是能够就某一主题咨询专家并逐步实现意见集中的一种评价方法<sup>[13-14]</sup>,其中指标体系初稿的拟定和专家的选取非常关键,该方法具有较强的科学性和适用性。本研究首先结合研究者日常学校公共卫生事件应急处置工作的基础上,通过查阅大量历史文献、法规文件等资料,并经专家反复讨论拟定初稿,再通过邀请疾控、学校多方有实际工作经验的专家对指标体系进行第二轮的修改完善最终形成定稿。两轮专家积极系数达 100%,说明参与度极高。两轮专家权威系数大于 0.7,表示权威程度高,全部专家对学校突发公共卫生事件情况较熟悉,预测结果可信性较好。两轮专家评价协调系数均大于 0.5,表明两轮专家对应急指标体系意见较为一致,结果较为可靠,本研究建立的指标体系具有较好的代表性和实用性。

层次分析法(AHP)是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂(Saaty)于上世纪 70 年代初,为美国国防部研究“根据各个工业部门对国家福利的贡献大小而进行电力分配”课题时,应用网络系统理论和多目标综合评价方法,提出的一种层次权重决策分析方法<sup>[15]</sup>。它是一种对复杂现象进行系统化、模型化、数量化的主观赋值方法,可用于横向比较和不同时期的纵向比较<sup>[16]</sup>。层次分析法是根据问题的性质和要达到的总目标,将问题分解为不同的组成因素,并按照因素间的相互关联影响以及隶属关系将因素按不同层次聚集组合,形成一个多层次的分析结构模型,从而最终使问题归结为最低层相对于最高层的相对重要权值的确定或相对优劣次序的排定。在构建阶梯层次时需专家对指标两两比较,该过程复杂繁琐,不适于层次超过三级及以上的指标体系的权重计算,因此本研究中仅一、二级指标采用层次分析法赋权,三级指标则根据指标重要性通过比例分配法计算权重,和宋铁等<sup>[10]</sup>研究不同的是本研究的三级指标和对应二级指标权重值挂钩,计算出来的不同二级指标下的三级指标可以根据权重进行排序比较,这样更能发现每项具体指标的重要性。

本次研究结果显示一级指标中事件应对能力权重最高,基础保障能力次之,这两项一级指标对应的二级指标和三级指标权重也相应较大,这 and 实际处置中小学传染病等公共卫生暴发事件时遇到的实际情况较为

相符,同时和娄峰阁等<sup>[17]</sup>研究结果一致。三级指标中的病例的发现与隔离、资金落实、消毒通风措施、疫情报告和校医专业能力等指标项获得了较高的权重,这和相关研究<sup>[18-22]</sup>提出的学校公共卫生存在问题和需要改进的重点较符合。研究结果表明本研究建立的中小学校公共卫生应急能力评估指标具有较好的代表性和实用性。同时也提示各学校可依据这些评价指标,以及不同指标的权重,再根据学校实际情况分层次,抓重点,逐步建立符合自身情况的公共卫生应急体系。

#### 参考文献

- [1] 谢旭,牟瑾,马汉武,等. 深圳市 2005-2006 年传染病暴发疫情监测分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2007,18(1):25-27, 30.
- [2] 谢旭,李媛,马汉武,等. 深圳市 2007-2008 年传染病暴发疫情监测分析[J]. 医学动物防制, 2009,25(8):564-567.
- [3] 段红英,刘富强,陈长,等. 2011-2013 年湖南省流行性感冒暴发疫情流行特征分析[J]. 实用预防医学, 2014,21(12):1438-1441.
- [4] 周一平,周少平,梁翔,等. 郴州市 2001-2010 年突发公共卫生事件流行病学研究[J]. 实用预防医学, 2012,19(1):20-23.
- [5] 崔昌,王远萍,徐红梅,等. 上海市浦东新区 2014-2015 年聚集性胃肠炎疫情分析[J]. 实用预防医学, 2017,23(10):1185-1188.
- [6] 申锦玉,牛建军,陈敏,等. 疾控机构突发公共卫生事件应急能力评价指标探讨[J]. 现代预防医学, 2011,38(1):64-66.
- [7] 张炜琪,裴风水,孙梅,等. 应用层次分析法确定我国疾病预防控制绩效考核指标体系权重[J]. 中国卫生资源, 2012,15(1):14-15,35.
- [8] 孙振球. 医学统计学[M]. 北京:人民卫生出版社,2002:383-390.
- [9] 周伟,袁兆康,黎国庆,等. 层次分析法综合评价江西省村卫生室的卫生服务能力[J]. 中国卫生统计, 2012,29(4):553-555.
- [10] 宋铁,代吉亚,吴发好,等. 基于德尔菲法和层次分析法的疾控机构应急能力评估[J]. 华南预防医学, 2014,40(1):1-6.
- [11] 孙振球,徐勇勇. 医学统计学[M]. 北京:人民卫生出版社,2004:67-68.
- [12] 谷亚红,张智斌,李长红. 学校突发公共卫生事件研究综述[J]. 中国医药导报, 2011,8(36):129-131.
- [13] 刘学毅. 德尔菲法在交叉学科研究评价中的运用[J]. 西南交通大学学报(社会科学版), 2007,8(2):21-25.
- [14] Hsu CC, Sandford BA. The delphi technique: making sense of consensus[J]. Pract Assess Res Eval, 2007,26(10):289-304.
- [15] Saaty TL. Analytic hierarchy process[M]. New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2001:19-28.
- [16] 曾光. 现代流行病学方法及应用[M]. 北京:中国协和医科大学联合出版社, 1994:250-270.
- [17] 娄峰阁,程宇,赵浴光,等. 学校突发公共卫生事件应急能力指标体系构建[J]. 科技创新导报, 2016,14(1):82-85.
- [18] 廖文科. 关于完善我国学校突发公共卫生事件报告制度的对策思考[J]. 现代预防医学, 2007,33(22):4315-4317.
- [19] 钱捷,胡永华. 突发公共卫生事件卫生应急能力的建设与评价[J]. 解放军预防医学杂志, 2016,34(1):132-134.
- [20] 丁自军. 浅谈学校传染病突发公共卫生事件的预防控制办法[J]. 医学信息, 2015,28(45):332.
- [21] 杨俊. 基于学校公共卫生突发事件处置中的风险沟通与决策研究[J]. 世界最新医学信息文摘, 2015,15(78):180.
- [22] 冯增强. 构建学校突发公共卫生事件防控体系的探讨[J]. 海南医学, 2007,18(2):106-107.