

刘亚, 闫海英, 黄志红, 等. 公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估 [J]. 灾害学, 2021, 36(1): 164–168. [LIU Ya, YAN Haiying, HUANG Zhihong, et al. Study on the Evaluation of Emergency Nursing Resources for the Transfer of Fire Victims in Public Places [J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(1): 164–168. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.01.031.]

公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估^{*}

刘 亚¹, 闫海英¹, 黄志红², 凡娟莉³, 邵乐乐⁴, 陈 芳⁵

(1. 周口职业技术学院, 河南 周口 466000; 2. 河南大学 护理与健康学院, 河南 开封 475000;
3. 周口市中心医院, 河南 周口 466000; 4. 郑州大学第一附属医院, 河南 郑州 450002;
5. 周口市第二人民医院, 河南 周口 466000)

摘要: 为保障伤员生命与健康, 提升火灾伤员救治率, 该文研究公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估方法。以火灾伤员转运护理应急资源需求分析为基础, 从应急人员、应急设备、应急环境信息与应急管理四个方面出发, 共选取 15 个评估指标, 构建公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估指标体系, 根据各指标采集相关数据并对数据实施量纲标准化处理。构建基于层次分析法的评估模型, 计算评估指标体系内各指标权重, 引入类间权重与类内权重两个变量, 分别表示专家学术与经验差异和专家个体逻辑性差异, 提升指标权重的合理性; 通过综合模糊评价将各指标分为“差、较差、一般、较好、好”五个等级。以某隧道火灾为对象采用该方法评估, 验证了本方法的有效性。

关键词: 公共场所; 火灾伤员; 转运护理; 应急资源; 评估指标; 权重

中图分类号: X4; X915.5; R595.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2021)01–0164–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.01.031

火灾是公共场所运营的主要风险之一^[1], 能够导致重大人员伤亡, 火灾事故伤员病情凶险, 变化快, 在转院过程中可能导致不同程度的并发症^[2–3], 因此评估公共场所火灾事故伤员转运护理应用资源的有效性对降低火灾事故后果严重程度、保障伤员生命安全具有重要作用。当前我国有学者研究公共场所火灾伤员转运路径等^[4–5], 但在伤员护理应用资源评估指标体系的构建方面还没有明确的方法与观点。

因此, 本文提出研究公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估方法, 参考国内外相关案例, 构建评估指标体系, 采集相关数据, 利用层次分析法构建评估模型, 计算各指标权重, 通过综合模糊评价各指标等级, 得出评估结果, 为公共场所火灾伤员转运护理应急资源开发与管理提供依据。

1 公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估

公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估架构如图 1 所示。图 1 由左至右分别对应评估指标层、评估层和评估结果层。评估指标层的主要功能是评估指标的输入与输出; 评估层的主要功能是对不同转运点的应急资源实施评估; 评估结果

层显示评估结果。

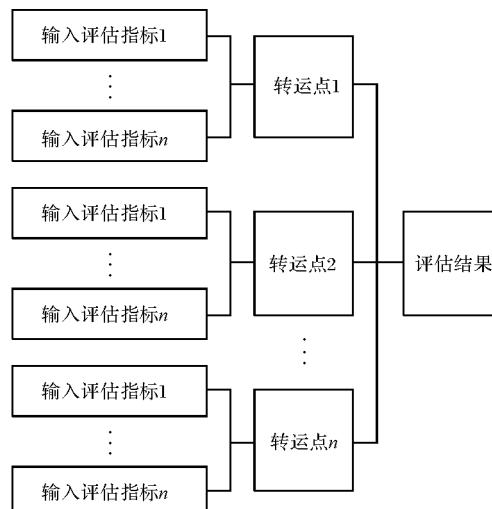


图 1 应急资源评估架构

1.1 伤员转运护理应急资源评估指标体系

以火灾伤员转运护理应急资源需求分析为基础, 构建情景演变状态下的公共场所火灾情景伤员转运会应急资源的评价体系, 该体系在描述公共场所火灾情景演变对伤员转运护理应急资源全面需求的同时, 还可防止因弱相关因素导致指标

* 收稿日期: 2020–07–28 修回日期: 2020–09–27

基金项目: 2019 年河南省医学教育研究项目(wjjx2019130)

第一作者简介: 刘亚(1980–), 女, 回族, 河南商水人, 讲师, 主要从事护理教育研究. E-mail: liulujin84@163.com

体系出现复杂问题^[6-7]。根据我国对于突发事件应对方法与公共事件应急预案的相关法律,参考我国公共场所设计规范中的相关标准与要求^[8-9],以综合、层次、科学与现实为基本原则,分析公共场所火灾情景演变的特征以及突变级数评价对评估指标体系的要求,构建公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估三级指标体系如表1所示。

1.2 指标数据获取与量纲标准化处理

依照所构建的评估指标体系,对照应急资源的实际状态获取评估指标原始数据。由于原始数据中存在量纲与数据级差异,为降低不同量纲与数量级与评估造成的影响,需选取极差量纲标准化法对指标原始数据实施量纲标准化处理。

1.3 基于层次分析法的评估模型构建

1.3.1 权重计算

作为较为成熟的评估方法,层次分析法被广

泛应用于资源评估领域。层次分析法应用过程中,可通过标度优化提升方法的灵活性与简洁性;也可通过熵技术优化权重,提升评估模型的评估精度。评估指标的权重通常为不同专家权重的均值,由于专家给予的权重具有极大主观性^[10],导致不同专家对同一问题给予的权重具有明显差异。因此,可将专家聚类赋权与判断矩阵赋权的方法相结合,既可以在层次分析法内引入聚类分析思想构建群组层次分析,利用相容度矩阵对专家分类,并根据类容量的大小判断不同类别的权重;同时可利用判断矩阵的一致性程度确定类内专家权重,与专家聚类赋权结果相结合,得到专家权重。加权处理专家权重同其对应的个体排序向量,获取最终评估指标权重。专家聚类赋权与判断矩阵赋权的方法相结合的权重计算流程如图2所示。

表1 评估指标体系

目标层	准则层	指标层	指标内涵	指标性质	指标取值
公共场所火灾伤员转运护理应用资源评估	应急人员	人员数量满足度 B_{11}	推动情景x乐观情景后发展需要的人员数量满足度	定性	1. 严重不足; 2. 不足; 3. 基本满足; 4. 满足
		人员专业满足度 B_{12}	推动情景x向乐观情景发展需要的人员专业满足度,包括生理与心理两方面	定性	1. 严重不足; 2. 不足; 3. 基本满足; 4. 满足
		人员到达时间满足度 B_{13}	考虑公共场所附近消防力量与区域交通情况,根据应急演练情况依照实际环境取值	定性	1. 严重不足; 2. 不足; 3. 基本满足; 4. 满足
	应急设备	伤员转运交通方面作业设备数量 B_{21}	同周边应急协同方案相结合,可用于伤员转运的交通设备	定量	依照关键情景条件下实际可达到数量数值
		伤员转运交通方面作业设备可持续时间 B_{22}	根据固定空间范围内,可同时作业最大数量、时间作业设备与单位设备可持续时间确定	定量	取值单位为s
		伤员转运护理方面作业设备数量 B_{23}	同周边应急协同方案相结合,在伤员转运过程中可用于伤员护理的设备	定量	依照关键情景条件下实际可达到数量数值
		伤员转运护理方面作业设备可持续工作时间 B_{24}	考虑关键情景所处时段,以设备设计参数确定	定量	取值单位为s
	应急环境信息	公共场所内人员信息 B_{31}	依照公共场所内人员位置与受伤状态信息获取信息的有效性	定性	由劣至优分别取值0~4
		公共场所内一氧化碳浓度 B_{32}	依照实际一氧化碳浓度取值	定量	取值单位为 $\mu\text{mol}/\text{L}$
		公共场所周边车辆动态信息 B_{33}	公共场所内部车辆状态信息:位置、燃烧情况、是否燃烧等信息获取的有效性	定性	由劣至优分别取值0~4
		公共场所内烟雾浓度 B_{34}	依照公共场所内实际烟雾浓度取值	定量	取值单位为%
	应急管理	应急计划与演练 B_{41}	依照应急方法的详尽程度,结合实际情景进行应急演练的情况	定性	由劣至优分别取值0~4
		应急反应速度 B_{42}	各转运点针对实际情况做出的应急反应速度	定性	由劣至优分别取值0~4
		应急资源持续供应能力 B_{43}	固定区域内各应急点应急资源可调配情况	定性	由劣至优分别取值0~4
		应急指挥员决策能力 B_{44}	指挥员在火灾发生后的指导决策能力	定性	由劣至优分别取值0~4

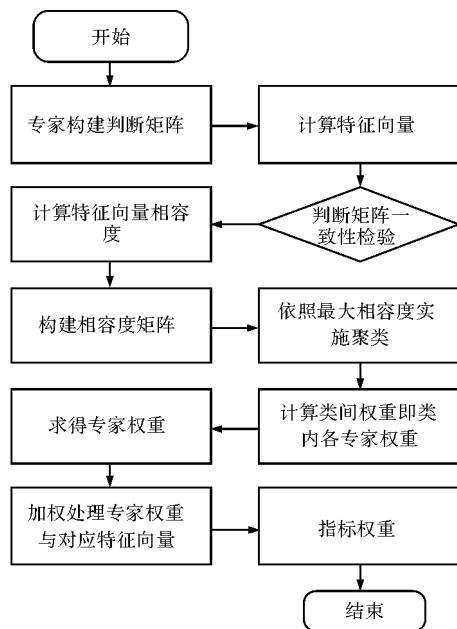


图2 权重计算流程

用 $\mathbf{U} = (u_{x1}, u_{x2}, \dots, u_{xn})$ 表示判断矩阵 $A_x = (a_{ij}^x)_{n \times n}$ 的特征向量归一化的个体排序向量, 用 $\mathbf{U}_y = (u_{y1}, u_{y2}, \dots, u_{yn})$ 表示判断矩阵 $A_y = (a_{ij}^y)_{n \times n}$ 的特征向量归一化的个体排序向量, $C(x, y)$ 表示个体排序向量 \mathbf{U}_x 和 \mathbf{U}_y 的相容度, 其计算公式如下:

$$C(x, y) = \frac{\sum_{k=1}^n u_{xk} \times u_{yk}}{\sqrt{\left(\sum_{k=1}^n u_{xk}^2\right) \times \left(\sum_{k=1}^n u_{yk}^2\right)}}. \quad (1)$$

用 M 表示专家构建的判断矩阵, 能够构建相容度矩阵 $R = [C(i, j)_{n \times n}]$, 其中 $C(i, j)$ 描述第 i 位专家与第 j 位专家排序向量的相容度。用 L_p ($L_p \leq m$) 和 q 分别表示第 p 位专家所在类内包含的专家数量和聚类次数, 由此确定类间权重为:

$$\delta_j = \frac{L_p^2}{\sum_{j=1}^q L_j^2}. \quad (2)$$

式中: $j = 1, 2, \dots, q$ 。

依照一致性比例确定类内专家的权重^[14], 用 CR_p 表示第 p 位专家所列出判断矩阵的一致性比例, 则类内该专家的权重的计算公式如下:

$$\phi_p = \frac{1}{\sum_i^m \left(\frac{1}{1 + b \times CR_i} \right)}. \quad (3)$$

式中: b 描述调节参数。通常情况下, 调节参数取值为 10。

用 γ_k 表示第 k 个指标的权重, 其计算公式如下:

$$\gamma_k = \sum_{k=1}^m \phi_p^k. \quad (4)$$

1.3.2 应急资源评估

综合评估体系与专家综合判断, 将公共场所

火灾伤员转运护理应急资源评估指标体系内各指标的评估等级 V 分为 5 级, 即 $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$, 对应指标体系内各指标的评估结果, 即 $V = \{\text{差, 较差, 一般, 较好, 好}\}$ 。设定评估结果加权向量 R , 分别为 $[0, 0.2][0.2, 0.4][0.4, 0.6][0.6, 0.8][0.8, 1.0]$ 。

利用下式对公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估指标体系内指标的不同层级实施模糊综合评判:

$$E = \gamma_k \cdot R = (e_1, e_2, \dots, e_k); \quad (5)$$

$$N = R \cdot E^k. \quad (6)$$

2 模型实验分析

实验以某市海底隧道为研究对象。该海底隧道呈南北向, 总长 4.2 km。在 3.2 km 处, 一辆长 8.6 m 客运汽车刹车盘底部摩擦起火, 车上伤员共 23 人, 伤员采取择近转运原则救治。针对该事故灾难, 利用本文所研究的公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估方法实施评估。

2.1 指标权重确定

采集研究对象相关数据, 依照其自身硬件与软件条件, 分析研究周边联动消防力量与可用资源, 计算评估指标体系内各指标权重(表2)。分析表2内准则层权重可知, 在应急人员、应急设备、应急环境信息与应急管理四个准则内, 应急设备准则的权重最高, 达到 0.289, 应急人员准则的权重次之, 达到 0.274, 应急环境信息与硬件管理准则的权重分别位列第四和第三。这说明在公共场所火灾伤员转运护理过程中应急设备最为关键。应急设备分为交通设备与护理设备两种类型, 不同的交通设备上需配备完善的护理设备。例如利用救护车转运伤员至较近的转运点时, 每辆救护车辆需最少配备一名医生与两名护士, 在转运途中利用护理设备及时监测火灾伤员生命体征, 做好伤员救护工作; 利用飞机转运伤员至较远的转运点时, 将飞机座椅拆卸, 预留伤员担架固定位置, 避免飞机起降时对伤员产生二次伤害, 同时有效利用护理设备实时监测伤员生命体征以及有无晕机等情况。其次应急人员对公共场所火灾伤员转运护理过程中也较为重要。根据现代救援医学理论可知, 伤员转运护理过程中救与护均为关键环节, 因此护理人员在伤员转运护理过程中具有关键地位。分析表2内指标层权重可得:

(1) 在应急人员准则内, 人员专业满足度最为重要, 该指标权重值达到 0.394。救护人员需具有良好的专业技能, 在伤员转运过程中, 受条件所制, 医院内部分救护设备无法使用, 因此要求转运过程中的救护人员需要具有扎实的专业技能、良好的观察能力与突发问题处理能力、优秀的心灵素质与身体素质, 以应对长时间、病情重、伤员多、条件复杂、状况惨烈等火灾伤员转运工作。

表2 评估指标权重计算结果

准则层	准则层权重	指标层	指标层权重	指标层综合权重	综合权重排序
应急人员 B_1	0.274 1	B_{11}	0.265 1	0.072 4	5
		B_{12}	0.394 5	0.132 1	1
		B_{13}	0.340 4	0.090 2	4
应急设备 B_2	0.289 6	B_{21}	0.267 7	0.106 7	3
		B_{22}	0.239 9	0.063 3	7
		B_{23}	0.268 4	0.107 4	2
		B_{24}	0.224 0	0.052 5	10
应急环境信息 B_3	0.208 5	B_{31}	0.298 3	0.062 2	8
		B_{32}	0.236 1	0.032 4	14
		B_{33}	0.261 2	0.045 0	13
		B_{34}	0.204 4	0.014 6	15
应急管理 B_4	0.227 8	B_{41}	0.243 6	0.049 7	11
		B_{42}	0.271 9	0.069 4	6
		B_{43}	0.250 0	0.055 0	9
		B_{44}	0.234 5	0.047 1	12

(2)在应急设备中交通设备数量与救护设备数量的关键性不言而喻,两者的权重值分别为0.267和0.268。公共场所发生火灾通常具有伤员多、受伤面积大、病情复杂多变等特性,因此需要保障足够数量的交通设备与救护设备,使得伤员能够得到及时转运与有效救护。

(3)在应急环境信息准则内,人员信息的权重值最高,达到0.298。公共场所通常具有面积大、人流量多等特性。在火灾发生后,现场救护人员需快速掌握火灾现场人员位置及活动状态,在救治伤员过程中,需根据所掌握的伤员信息,如年龄、性别、病史、过敏史等对伤员进行合理且有效救护,避免因信息不清给予伤员不当救护,如伤员用药不当或忽略伤员自身病症等情况。

(4)在应急管理准则内,应急反应速度最为关键,该指标权重值达到0.271。在公共场所火灾伤员转运护理过程中,应急反应速度关系着伤员转运效率与护理质量,是保障伤员生命安全的重要因素。伤员转运过程中存在部门与部门之间、单位与单位之间的多个不同转运环节,各部门单位之间的明确分工与协调配合是提升伤员转运护理应急反应速度的关键。

分析表2内指标层综合权重得到,在公共场所火灾伤员转运护理过程中关键的评估因素主要包括人员专业满足度、伤员转运护理方面作业设备数量、伤员转运交通方面作业设备数量、人员到达时间满足度、人员数量满足度、应急反应速度、伤员转运交通方面作业设备可持续时间与公共场所内人员信息等。这些指标是公共场所火灾伤员转运护理规划与优化过程中着重考虑的因素。

2.2 评估结果

对研究对象评估此次火灾事故中伤员转运应急资源如表3所示。此次火灾伤员转运应急资源评估中人员到达时间满足度、公共场所内烟雾浓度计算、应急资源持续供应能力等资源较好;人员数量与专业满足度、伤员转运交通方面作业设备数量与可持续时间、公共场所内人员与周边车辆

动态信息、应急指挥员决策能力等资源一般;而伤员转运护理方面作业设备可持续工作时间、公共场所内一氧化碳浓度计算与应急反应速度较差。由此可知,火灾伤员转运护理规划与优化过程中应针对伤员转运护理方面作业设备可持续工作时间与应急反应速度等几方面改进与优化。

表3 评估结果

指标	得分	等级
B_{11}	0.44	一般
B_{12}	0.59	一般
B_{13}	0.71	较好
B_{21}	0.52	一般
B_{22}	0.57	一般
B_{23}	0.49	一般
B_{24}	0.31	较差
B_{31}	0.52	一般
B_{32}	0.26	较差
B_{33}	0.55	一般
B_{34}	0.67	较好
B_{41}	0.43	一般
B_{42}	0.29	较差
B_{43}	0.63	较好
B_{44}	0.54	一般

2.3 应用性分析

在评估伤员转运护理应急资源等级后,针对不足方面实施改进与完善,可提升伤员转运护理质量。伤员救治率变化情况与相关部门或人员对伤员转运护理质量的评级变化情况如图3所示。从图3可知,伤员救治率提升了近15%,死亡率下降7%以上;相关部门与伤员家属对于伤员转运护理质量的好评率均有不同程度的提升。

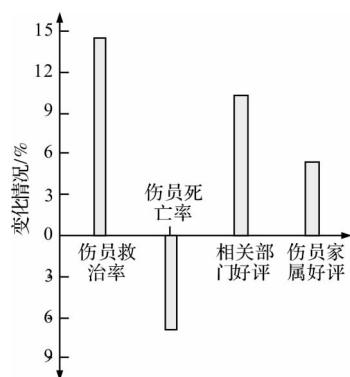


图3 应用性评价结果

3 结论

本文是关于公共场所火灾伤员转运护理应急资源评估方法的研究，通过构建评估指标体系与评估模型，有效评估伤员转运护理应急资源各指标，为应急资源全面利用提供参考。由于应急资源评估指标受设备工作时间和反应速度等不同动态因素的影响，导致应用过程中的评价结果具有不精确性。因此在后续研究过程中将针对评估指标体系与指标内涵进行优化，进一步完善该方法，提升公共场所火灾伤员的应急处理与救治效果。

参考文献：

- [1] 米红甫, 王文和, 肖国清, 等. 基于 FAHP 的高层建筑火灾风险评价研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2017, 39(2): 148–152.
- [2] 龚富豪, 赵秋红. 基于结构熵权法和 HFWGHM 算子的海上救援航空应急资源布局评价方法研究[J]. 数学的实践与认识, 2019, 49(19): 128–138.
- [3] MCNAUGHTEN B, STOREY L, CORKIN D, et al. G622 (P) An evaluation of the impact of environmental priming on clinical performance in simulated paediatric emergencies-a randomised controlled trial[J]. Archives of Disease in Childhood, 2019, 104 (S2): 10–20.
- [4] 潘新超, 刘勤明, 叶春明. 考虑伤员受伤程度的医疗应急资源分配决策研究[J]. 系统科学与数学, 2019, 39(7): 1159–1170.
- [5] 王晶, 刘昊天, 黄钩. 考虑伤情分类的灾后创伤病员救治与转运路径优化研究[J]. 中国管理科学, 2017, 25(8): 114–122.
- [6] 陈旭, 覃凤均, 梁云, 等. 固定翼医疗专机在成批严重烧伤伤员长途转运中的应用经验[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34 (8): 529–531.
- [7] 王文俊, 赵钢, 白福利. 航空器场内失事应急演练评估指标体系与评估方法研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15 (1): 113–120.
- [8] 安景文, 安娴, 王龙康, 等. 基于犹豫模糊集的生产安全事故应急预案评估研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13 (5): 128–133.
- [9] 朱佳翔, 蔡建飞, 江涛涛, 等. 基于 CI-TOPSIS 模糊多准则群策略的应急物流网络级联失效抗毁性评估研究[J]. 管理评论, 2018, 30(9): 229–238.
- [10] 王起全. 基于层次关联系数法的地铁拥挤踩踏事故应急联动系统评估研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2018, 14(6): 70–75.

Study on the Evaluation of Emergency Nursing Resources for the Transfer of Fire Victims in Public Places

LIU Ya¹, YAN Haiying¹, HUANG Zhihong², FAN Juanli³, SHAO Lele⁴ and CHEN Fang⁵

(1. Zhoukou Vocational and Technical College, Zhoukou 466000, China; 2. School of Nursing and Health, Jinming Campus, Henan University, Kaifeng 475000, China; 3. Zhoukou Central Hospital, Zhoukou City, Zhoukou 466000, China; 4. First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 5. Second People's Hospital, Chuanhui District, Zhoukou City, Zhoukou 466000, China)

Abstract: In order to protect the life and health of the wounded and improve the treatment rate of the fire wounded, we study the evaluation method of emergency nursing resources for the transfer of fire wounded in public places. Based on the analysis of the demand of emergency resources for transfer nursing of fire wounded, from four aspects of emergency personnel, emergency equipment, emergency environmental information and emergency management, a total of 15 evaluation indicators were selected to construct the evaluation index system of emergency resources for transfer nursing of fire wounded in public places. Relevant data were collected according to each index and the data were standardized. The evaluation model based on analytic hierarchy process (AHP) is constructed to calculate the weight of each index in the evaluation index system. Two variables, inter class weight and intra class weight, are introduced to describe the academic and experience differences of experts and the logical differences of individual experts, so as to improve the rationality of index weight. Through comprehensive fuzzy evaluation, each index is divided into five grades: poor, poor, general, good and good. Taking a tunnel fire as an example, the evaluation results verify the effectiveness of the method. After using this method, the treatment rate of the wounded is increased by nearly 15%, and the mortality rate is reduced by more than 7%.

Key words: public places; fire victims; transfer nursing; emergency resources; evaluation index; weight