

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20234298

· 论 著 ·

## 基于 AHP-风险矩阵构建手术后肺炎风险评估模型研究

姚 尧, 查筑红, 李家丽, 陈 敏, 杨 曦

(贵州医科大学附属医院医院感染管理科, 贵州 贵阳 550001)

**[摘要]** **目的** 构建外科科室手术后肺炎风险评估定量指标体系, 基于定量指标体系构建群体手术后肺炎风险评估模型。**方法** 通过文献研究法初拟手术后肺炎发生后果严重程度定量评价指标体系, 筛选和邀请国内 15 名医院感染、临床和护理专家, 采用德尔菲法进行咨询, 采取界值法进行指标筛选, 层次分析法确定指标权重。基于风险矩阵构建群体手术后肺炎风险评估模型。**结果** 两轮咨询专家积极系数为 93.33% 和 100%, 权威系数为 0.842 和 0.891, 协调系数为 0.370 和 0.425。手术后肺炎发生后果严重程度指标体系包括机械通气时间延长、手术后肺炎预后、住院时间延长、医疗费用增加、呼吸机依赖、手术后肺炎病死率、手术后肺炎增加 ICU 接诊量。利用手术后肺炎发病率和发生后果严重程度指标体系构建风险矩阵。**结论** 基于层次分析法和风险矩阵构建群体手术后肺炎风险评估模型, 为实现医院感染风险定量化评估提供客观评价依据。

**[关键词]** 手术后肺炎; 德尔菲法; 层次分析法; 风险矩阵; 指标体系

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2

## Risk assessment system of postoperative pneumonia based on AHP and risk matrix

YAO Yao, ZHA Zhu-hong, LI Jia-li, CHEN Min, YANG Xi (Department of Healthcare-associated Infection Management, The Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550001, China)

**[Abstract]** **Objective** To establish a quantitative index system for risk assessment of postoperative pneumonia in surgical wards, and construct a risk assessment model of postoperative pneumonia based on quantitative index system. **Methods** The quantitative assessment index system for the severity of postoperative pneumonia was initially developed through literature research. Fifteen domestic experts in the fields of healthcare-associated infection, clinics and nursing were selected and invited for consultation by the Delphi method. Indexes were screened with threshold method. Weight of indexes was determined through analytic hierarchy process. A risk assessment model for postoperative pneumonia was constructed based on risk matrix. **Results** The positive coefficients of experts in two rounds of consultation were 93.33% and 100%, the authority coefficients were 0.842 and 0.891, and the coordination coefficients were 0.370 and 0.425. The index system for the severity of the consequences of postoperative pneumonia included prolongation of mechanical ventilation, prognosis of postoperative pneumonia, prolonged hospital stay, increased medical expenses, ventilator dependence, mortality of postoperative pneumonia, and increased ICU visits due to postoperative pneumonia. The risk matrix was constructed using the index system of postoperative pneumonia incidence and severity of consequences. **Conclusion** The risk assessment model of postoperative pneumonia constructed based on the analytic hierarchy process and risk matrix provides an objective basis for the quantitative evaluation of the risk in healthcare-associated infection.

**[Key words]** postoperative pneumonia; Delphi method; analytic hierarchy process; risk matrix; index system

**[收稿日期]** 2023-04-03

**[基金项目]** 贵州省科技厅科学技术基金项目(黔科合支撑[2021]一般 031);“感动中国”医疗机构感染预防与控制科研项目(GY2023052)

**[作者简介]** 姚尧(1993-),女(汉族),贵州省遵义市人,主管技师,主要从事医院感染管理研究。

**[通信作者]** 查筑红 E-mail: 794787045@qq.com

手术后肺炎(postoperative pneumonia, POP)是外科临床科室术后患者常发生的医院感染类型, 研究报道 POP 占有所有医院获得性肺炎的 50%<sup>[1]</sup>。发生 POP 会产生严重后果, 如患者住院费用增加及住院时间延长<sup>[2-4]</sup>。同时 POP 还会导致患者出现呼吸机依赖等并发症, 影响患者预后, 降低患者生命质量甚至导致患者死亡<sup>[5-7]</sup>。因此, 针对 POP 开展医院感染风险评估, 识别高风险环节和因素, 基于高风险环节开展具有针对性的防控措施, 成为重点部位医院感染风险评估和防控领域迫切需要解决的问题。风险等级(level of risk)是指单一风险或组合风险的大小, 以后果和可能性的组合来表达<sup>[8]</sup>。构建一套科学实用的 POP 后果严重程度评价指标体系, 是开展 POP 风险评估的前提。定性评估方法会影响评估的客观性, 采用定量评估方法可以消除这种偏差<sup>[9-10]</sup>。因此, 构建风险后果严重程度的定量评价体系成为研究关键。目前已有基于风险矩阵开展医院感染管理风险评估的研究, 通过构建多项定量指标评价体系, 利用风险矩阵划分后果和可能性, 最终确定风险等级<sup>[11]</sup>。本研究旨在建立 POP 发生后果严重程度定量指标体系, 构建 POP 风险评估模型。从事后角度开展群体风险评估获取高风险群体, 群体可以是某个科室(部门), 也可以是某类手术后患者, 为进一步从事前角度在高风险群体中开展个体风险评估提供客观参考, 体现从事前和事后综合评价医疗机构感染防控的效果。

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 根据文献研究法提取和初步拟定的定量指标体系制订两轮专家函询问卷《外科手术患者 POP 发生后果严重程度评价定量指标体系重要性咨询问卷》, 内容包括 3 部分: (1) 专家基本情况调查表, 含性别、年龄、工作年限、职称、专业背景、最高学历、社会任职等。(2) POP 风险评估定量指标体系咨询表, 采用 Likert 7 级等距尺度计分评价每一个指标的重要性和可操作性, 从 1 到 7, 评分越高, 代表指标越重要<sup>[12]</sup>。同时设置栏目用于专家对指标提出增加、修改或删除意见。(3) 基于层次分析法构建判断矩阵专家意见咨询表, 采用 Saaty 1-9 标度法<sup>[13]</sup>。(4) 专家权威程度调查表。

### 1.2 德尔菲(Delphi)专家咨询法

1.2.1 专家遴选 专家遴选标准: 来自全国三级甲等医院的医院感染管理专家、外科科室主任、护士长

或护理部主任; 熟悉或参与过德尔菲法操作规则及流程; 专家本人愿意参加本研究。共选取 15 名专家, 进行 2 轮咨询。

1.2.2 专家咨询 第 1 轮咨询为开放式咨询, 包括专家的基本信息, 专家对指标判断的依据和熟悉度, 对 POP 发生后果严重程度定量指标体系的候选指标进行初步判断。规定专家删除指标数不得超过总指标数的 40%, 否则咨询问卷无效。回收并整理第一轮专家咨询结果, 将第 1 轮结果向专家反馈并进行第 2 轮咨询, 对构建 POP 发生后果严重程度定量指标体系的候选指标纳入情况作出再次判断, 对纳入指标进行层次分析判断矩阵提出意见。最终根据专家意见, 进行初始指标的筛选和优化。

1.2.3 指标筛选和权重确定 通过计算专家积极系数、专家权威系数(Cr)、专家协调系数(W), 分析专家咨询的可靠性程度。计算专家意见集中程度的相关指标, 通过界值法进行指标筛选和优化。专家意见集中程度采用均值( $M_j$ )、标准差( $\sigma_j$ )、变异系数( $V_j$ )、满分比( $K_j$ )来表示;  $M_j$  和  $K_j$  越大, 指标重要性越高;  $\sigma_j$  和  $V_j$  代表指标评分意见的离散程度。基于专家咨询结果构建判断矩阵, 采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)确定每一指标的权重, 进行一致性检验。一致性是指判断思维的逻辑一致性。计算一致性指标  $CI$ (consistency index)、随机一致性指标  $RI$ (random index)和一致性比例  $CR$ (consistency ratio)。一般情况下, 当  $CR < 0.1$  时, 即认为矩阵具有满意的一致性, 否则需要对判断矩阵进行调整。

1.3 质量控制 专家函询过程中保证专家之间不直接接触, 以消除权威影响。2 名工作人员采用 Excel 2010 对数据平行双录入, 建立数据库。

1.4 统计分析 应用 SPSS 22.0 和 SPSS AU 17.0 对数据进行统计分析。  $P < 0.05$  表明差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 通过文献法筛选风险评估指标 回顾和总结近 10 年的相关文献, 初拟 9 个评价定量指标, 包括通气时间延长、呼吸机依赖发生率、住院时间延长、POP 预后、POP 病死率、增加重症监护病房(ICU)接诊量、再次住院率、增加患者医疗费用、非计划再次手术率, 各指标具有推广性。

2.2 专家咨询结果

2.2.1 咨询专家的基本情况 共有 14 名专家完成两轮专家咨询,以女性为主,占 71.43%;41~50 岁

专家 11 名,占 78.57%;85.71%的专家工作年限在 15 年以上。见表 1。

表 1 14 名咨询专家基本情况

Table 1 Basic information of 14 consulting experts

项目	人数(名)	构成比(%)	项目	人数(名)	构成比(%)
性别			最高学历		
男	4	28.57	本科	7	50.00
女	10	71.43	硕士	5	35.71
年龄(岁)			博士	2	14.29
31~	1	7.14	职务		
41~	11	78.57	医院感染管理科主任/副主任	8	57.14
>51	2	14.29	临床科主任	3	21.43
职称			护理部主任/护士长	3	21.43
正高	10	71.43	医院感染管理相关社会职务		
副高	4	28.57	国家卫生健康委员会医疗机构感染	2	14.29
从事工作年限(年)			防控专家委员会委员		
6~	2	14.29	省、市级医院感染质量控制中心	5	35.71
16~	8	57.14	主任/副主任		
>25	4	28.57	省级医院感染质量控制中心委员	2	14.29
专业背景			三级甲等综合医院医院感染委员会	5	35.71
临床	5	35.71	委员		
护理	5	35.71			
公共卫生	4	28.57			

2.2.2 专家积极系数、专家权威系数、专家意见协调程度 第一轮专家咨询发出问卷 15 份,回收 14 份,回收率 93.33%;第二轮专家咨询发出问卷 14 份,回收 14 份,回收率 100%。两轮专家咨询权威系数分别为 0.842 和 0.891。第二轮协调系数高于第一轮,说明专家评价意见越趋于一致,协调系数应通过显著性检验,具有统计学意义( $P < 0.001$ )。见表 2。

表 2 专家意见协调系数

Table 2 Coordination coefficients of expert opinions

轮次	指标个数	协调系数(W)	$\chi^2$	P
第一轮	9	0.370	41.428	<0.001
第二轮	9	0.425	47.625	<0.001

2.2.3 专家意见集中程度 本研究中  $K_j$  是指对某

一指标给出  $\geq 5$  分的咨询专家数占参与咨询专家总数的百分比。两轮专家咨询意见集中程度见表 3。

表 3 指标重要性判断结果

Table 3 Judgment results of the index importance

序号	指标	第一轮				第二轮			
		$M_j$ (分)	$\sigma_j$	$V_j$	$K_j$ (%)	$M_j$ (分)	$\sigma_j$	$V_j$	$K_j$ (%)
1	通气时间延长	5.786	1.122	0.194	92.86	6.000	0.784	0.131	100
2	呼吸机依赖发生率	5.286	1.729	0.327	78.57	5.786	0.893	0.154	100
3	住院时间延长	6.071	1.141	0.188	85.71	6.500	0.65	0.100	100
4	POP 预后	6.286	1.204	0.192	92.86	6.071	0.829	0.137	100
5	POP 病死率	6.071	1.860	0.306	85.71	6.786	0.426	0.063	100
6	增加 ICU 接诊量	5.500	1.092	0.199	85.71	5.286	1.383	0.262	71.43
7	增加患者医疗费用	6.143	0.949	0.154	92.86	6.357	0.745	0.117	100
8	再次住院率 <sup>1</sup>	3.857	2.143	0.556	42.86	/	/	/	/
9	非计划再次手术率 <sup>1</sup>	3.643	2.134	0.586	42.86	/	/	/	/
10	医院感染疑似暴发发生率 <sup>2</sup>	/	/	/	/	4.929	2.056	0.417	57.14
11	原发手术部位感染预后 <sup>2</sup>	/	/	/	/	4.500	0.941	0.209	50.00

注:1 代表通过第一轮专家咨询结果界值法删除的指标;2 为第一轮专家建议增加指标。

2.3 指标构建结果 通过界值法进行指标筛选和确定<sup>[14]</sup>,基于第一轮指标筛选界值法结果删除指标 8、9,增加指标 10、11,第二轮删除指标 10、11。见表 4。

表 4 指标筛选界值表

Table 4 Threshold table of index screening

指标	第一轮			第二轮		
	均值	标准差	界值	均值	标准差	界值
$M_j$	5.405	0.992	4.413	5.802	0.758	5.044
$V_j$	0.300	0.164	0.464	0.177	0.108	0.285
$K_j(\%)$	77.78	20.34	57.44	86.51	20.96	65.55

2.4 权重确定,构造判断矩阵 根据第二轮专家咨询结果,对于回收的有效专家意见,构造判断矩阵,见表 5。对判断矩阵进行一致性检验,本研究 7 阶判断矩阵计算得出  $CI$  值为 0.028,针对  $RI$  值查表为 1.360,因此计算得到  $CR$  值为 0.020( $<0.1$ ),说明判断矩阵满足一致性检验,计算所得权重具有一致性。计算求得的权重系数可以反映各指标的相对重要程度,见表 6,最大特征值为 7.167, $CI$  为 0.028, $RI$  为 1.360, $CR$  为 0.020。

表 5 7 阶判断矩阵

Table 5 Judgment matrix of seven order

指标	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1/3	1/7	1	1
2	1	1	2	1/3	1/7	1	1
3	1	1/2	1	1/3	1/7	1	1
4	3	3	3	1	1/3	1	2
5	7	7	7	3	1	5	7
6	1	1	1	1	1/5	1	1
7	1	1	1	1/2	1/7	1	1

表 6 指标体系权重系数

Table 6 Weight coefficients of index system

指标	权重(%)
1	6.852
2	7.745
3	6.359
4	16.291
5	46.830
6	8.705
7	7.218

2.5 风险评估模型 参考已有基于风险矩阵的医院感染风险评估研究<sup>[11]</sup>,发生可能性以 POP 发生率进行定量划分,POP 后果严重程度利用 POP 发生后严重程度定量指标体系进行定量划分,采取五分位数(20,40,60,80)划分等级赋值。后果严重程度为各项指标等级赋值之和,计算公式:后果严重程度 = 机械通气时间延长  $\times 0.069$  + 呼吸机依赖  $\times 0.078$  + 住院时间延长  $\times 0.064$  + POP 预后  $\times 0.163$  + POP 病死率  $\times 0.468$  + 增加 ICU 接诊量  $\times 0.087$  + 增加患者医疗费用  $\times 0.072$ 。根据已有研究构建的风险矩阵,文字表示风险等级<sup>[15-16]</sup>。将风险发生可能性等级和后果等级代入风险矩阵中确定风险等级。

### 3 讨论

目前应用于医院感染管理的风险评估评价指标多为定性指标<sup>[17-19]</sup>,缺乏一套科学的客观指标体系,尤其是定量指标体系。相较于定性评价指标,定量指标可以消除因主观因素带来的评价偏差。因此要开展 POP 风险评估研究,亟需建立一套科学、客观的 POP 后果严重程度定量评价指标。德尔菲法<sup>[20]</sup>在构建评价指标研究中具有广泛代表性和可靠性的优势,但该方法以专家主观意见作为判断依据,因此筛选专家至关重要,应选取与课题专业相关且有代表性的权威专家<sup>[21]</sup>。本研究严格遵循匿名发表意见原则,可以消除专家之间的权威影响。本研究基于 POP 后果产生的严重程度指标体系建立,咨询专家筛选严苛,专业涵盖医院感染、临床和护理,工作年限长,社会任职丰富,本研究两轮咨询权威系数均  $\geq 0.7$ ,专家意见具有可靠性和代表性。第一轮和第二轮咨询问卷有效回收率为 93.33% 和 100%,有效回收率超过 70% 说明专家积极性较高<sup>[22]</sup>。本研究第二轮专家咨询协调系数为 0.425,一般认为肯德尔协调系数在 0.4 以上较好<sup>[23]</sup>。德尔菲法应用过程是让专家对单个指标的重要程度进行评价,并未开展指标之间的互相对比,因此本研究指标权重的确定引入层次分析法。层次分析法是一种定性和定量相结合、系统化、层次化的权重分析方法,最重要的是构建判断矩阵,让专家进行两两指标之间的重要性对比打分<sup>[24]</sup>。本研究基于专家意见构建判断矩阵,一致性系数  $CR$  值  $<0.1$ ,反映权重确定结果的可靠性。本研究采用德尔菲法和层次分析法相结合,是构建评价指标体系的科学方法,广泛应用于医院感染管理评价工作中,且本研究还有一个优势,是

在指标筛选中引入界值法,每项指标采用算术平均数、标准差、满分率和变异系数 4 个尺度判断是否入选<sup>[25]</sup>。规定专家咨询过程中指标删减率,在指标删除和修改过程中消除个别专家的主观因素。

通过文献研究法筛选指标,POP 的后果主要体现在可能导致患者机械通气时间延长<sup>[26]</sup>。但患者呼吸机依赖发生率高,会直接影响呼吸机撤除是否成功及患者预后<sup>[27]</sup>。有研究<sup>[2-4]</sup>发现 POP 患者的平均住院时间为 8~33.34 d。Sabaté 等<sup>[3]</sup>报道 POP 患者在 ICU 住院患者中占比达 9.5%~90%。研究<sup>[2]</sup>发现 POP 患者病死率远高于未发生 POP 患者(10.7% VS 1.2%, $P<0.001$ )。同时研究<sup>[7, 28]</sup>还表示 POP 会导致预后不良,POP 患者的生存时间低于非 POP 患者。此外,POP 还会增加患者非计划手术发生率<sup>[7]</sup>、术后 ICU 入住率<sup>[3, 29]</sup>和再住院率<sup>[30]</sup>,极大加重患者的医疗费用支出<sup>[31-32]</sup>。外科手术患者 POP 增加的平均费用为 23 768.7 元,比术后患者其他医院感染类型增加的住院费用要高<sup>[32]</sup>。

基于以上指标,有 3 名专家(2 名外科临床专家和 1 名医院感染专家)提出删除 POP 非计划二次手术发生率,有 1 名重症医学护理专家提出删除 POP 患者再住院率,删除意见为在实际临床工作过程中,POP 患者非计划二次手术和再次住院的原因往往不是因为呼吸道原因。在第一轮咨询意见界值法中,也同样剔除此两项指标。最终纳入指标的权重确定结果显示,病死率权重最高,考虑对外科患者 POP 后果最严重的因素依然是对生命健康的威胁。POP 患者后果因素包括直接经济或间接经济损失、患者并发症、预后和医疗资源消耗,评价体系全面、科学。

本研究构建的 POP 风险评估模型,衡量风险发生可能性和后果严重程度的指标均为定量指标,可以消除因主观评价带来的偏差,指标具有推广性,可以适用于各级各类医疗机构。目前已有的医院感染管理风险评估研究,多以定性结合定量的评价方式<sup>[18, 25]</sup>,因为不同医院之间评价专家的不同,会导致评价的结果具有差异,在借鉴性方面有所欠缺。2019 年国家发布了医疗机构感染预防与控制基本制度(试行)<sup>[33]</sup>,其中第四点为感控风险评估制度,制度中提及医院感染风险评估的种类包括病种感染风险评估、科室感染风险评估等,同时目前国内缺少针对病种开展科室医院感染风险评估的研究,多数以科室或部门为评估对象<sup>[34]</sup>,评价科室之间医院感染风险等级。而本研究针对 POP 开展群

体风险评估模型构建研究,为医疗机构开展特殊病种的群体风险评估定量分析研究提供借鉴,为精准化感控提供依据。但还未进行模型应用实证研究,下一步将进行量表转化、临床验证,进一步评价模型实用效果,构建更具体、适用于临床的模型。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] Fujita T, Sakurai K. Multivariate analysis of risk factors for postoperative pneumonia[J]. *Am J Surg*, 1995, 169(3): 304-307.
- [2] Thompson DA, Makary MA, Dorman T, et al. Clinical and economic outcomes of hospital acquired pneumonia in intra-abdominal surgery patients[J]. *Ann Surg*, 2006, 243(4): 547-552.
- [3] Sabaté S, Mazo V, Canet J. Predicting postoperative pulmonary complications: implications for outcomes and costs[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2014, 27(2): 201-209.
- [4] 许缤, 陈红岩, 孙嫣, 等. 胸外科手术后医院获得性肺炎危险因素分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2012, 22(1): 64-66.  
Xu B, Chen HY, Sun Y, et al. Risk factors of hospital-acquired pneumonia after thoracic surgery[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2012, 22(1): 64-66.
- [5] Andalib A, Ramana-Kumar AV, Bartlett G, et al. Influence of postoperative infectious complications on long-term survival of lung cancer patients: a population-based cohort study[J]. *J Thorac Oncol*, 2013, 8(5): 554-561.
- [6] 文习武, 赖鸿章, 温树权, 等. 心胸外科疾病手术后获得性肺炎的防治探讨[J]. *中国继续医学教育*, 2019, 11(36): 81-83.  
Wen XW, Lai HZ, Wen SQ, et al. Investigation of prevention and treatment of acquired pneumonia after cardiothoracic surgery[J]. *China Continuing Medical Education*, 2019, 11(36): 81-83.
- [7] Xiang BB, Jiao SL, Si YY, et al. Risk factors for postoperative pneumonia: a case-control study[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 913897.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 风险管理 术语: GB/T 23694—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. Risk management-vocabulary: GB/T 23694-2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [9] 庞春潮, 罗苑玮. 基于投资者视角的信用类债券违约风险预警[J]. *统计与决策*, 2023, 39(2): 152-157.  
Pang CC, Luo YW. Credit bond default risk warning based on investor perspective[J]. *Statistics & Decision*, 2023, 39(2):

152 - 157.

- [10] 闫明, 敖嫩, 陈利顶, 等. 城市生态品质公众感知与现状的定量指标研究[J]. 生态学报, 2023, 43(12): 4920 - 4927.  
Yan M, Ao N, Chen LD, et al. Research on the quantitative indicators of public perception and status of urban ecological quality[J]. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(12): 4920 - 4927.
- [11] 姚尧, 查筑红, 李凌竹, 等. 基于风险矩阵的医院感染管理系统风险评估[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(24): 3806 - 3811.  
Yao Y, Zha ZH, Li LZ, et al. Risk assessment system of health care-associated infection in hospital based on risk matrix [J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2020, 30(24): 3806 - 3811.
- [12] 程书肖. 教育评价方法技术[M]. 2 版. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.  
Cheng SX. Educational evaluation methods and techniques [M]. 2nd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2007.
- [13] 张炳江. 层次分析法极其应用案例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.  
Zhang BJ. Analytic hierarchy process and application cases [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2014.
- [14] 张显. 基于德尔菲法的儿童六经体质量表条目筛选[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2021.  
Zhang X. Children's six-channel physical fitness scale item screening based on Delphi method[D]. Shenyang: Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2021.
- [15] Tipton HF, Krause M. 信息安全管理手册一卷 I[M]. 王卫卫, 杨波, 译. 4 版. 北京: 电子工业出版社, 2004.  
Tipton HF, Krause M. Information security management handbook: volume I[M]. Translated by Wang WW, Yang B. 4th ed. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004.
- [16] 张弢, 慕德俊, 任帅, 等. 一种基于风险矩阵法的信息安全风险评估模型[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(5): 93 - 95.  
Zhang T, Mu DJ, Ren S, et al. Risk assessment model of information security based on risk matrix[J]. Computer Engineering and Applications, 2010, 46(5): 93 - 95.
- [17] 张利, 梅浙川, 潘传波, 等. 基于风险矩阵法的方舱医院感染风险防控管理效果评估[J]. 重庆医学, 2023, 52(7): 1109 - 1112.  
Zhang L, Mei ZC, Pan CB, et al. Evaluation of risk control and management effect of makeshift hospital infection based on risk matrix method[J]. Chongqing Medicine, 2023, 52(7): 1109 - 1112.
- [18] 尹丽霞, 余治君, 陈宝敏. 基于风险矩阵及排序赋值法的肿瘤专科医院感染风险评估[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2023, 15(1): 55 - 60.  
Yin LX, Yu ZJ, Chen BM. Risk assessment of hospital-acquired infections in cancer hospital based on risk matrix and ranking assignment method[J]. Chinese Journal of the Frontiers of Medical Science (Electronic Version), 2023, 15(1): 55 - 60.
- [19] 赵娜, 武昆利, 付海艳, 等. 基于德尔菲法构建结核病科医院感染管理风险评估表[J]. 中国医药科学, 2023, 13(1): 175 - 178, 200.  
Zhao N, Wu KL, Fu HY, et al. Construction of risk assessment form of nosocomial infection management of tuberculosis department based on Delphi method[J]. China Medicine and Pharmacy, 2023, 13(1): 175 - 178, 200.
- [20] Hohmann E. Editorial commentary: Delphi expert consensus clarifies evidence-based medicine for shoulder instability and bone loss[J]. Arthroscopy, 2021, 37(6): 1729 - 1730.
- [21] 邹茂, 吴成斌, 陈小丹, 等. 基于德尔菲法的重庆市健康促进医院评价指标体系构建研究[J]. 医学与社会, 2022, 35(2): 75 - 79, 84.  
Zou M, Wu CB, Chen XD, et al. Research on construction of evaluation index system of health promoting hospitals in Chongqing based on Delphi method[J]. Medicine and Society, 2022, 35(2): 75 - 79, 84.
- [22] Babbie E. 社会研究方法[M]. 邱泽奇, 译. 10 版. 北京: 华夏出版社, 2005.  
Babbie E. The practice of social research[M]. Translated by Qiu ZQ. 10th ed. Beijing: Huaxia Publishing House, 2005.
- [23] 曾光. 现代流行病学方法与应用[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1994.  
Zeng G. Modern epidemiological methods and their application [M]. Beijing: Beijing Medical University China Union Medical University Joint Publishing House, 1994.
- [24] 马萍. 基于文献计量层次分析法的研究综述[J]. 经济研究导刊, 2018(32): 6 - 8.  
Ma P. Research review based on bibliometric analytic hierarchy process[J]. Economic Research Guide, 2018(32): 6 - 8.
- [25] 黄文治, 尹维佳, 乔甫, 等. 医院感染管理质量评价指标体系构建及综合评价实证研究[J]. 华西医学, 2022, 37(3): 349 - 356.  
Huang WZ, Yin WJ, Qiao F, et al. Construction of a health-care-associated infection management quality evaluation index system and an empirical study of comprehensive evaluation[J]. West China Medical Journal, 2022, 37(3): 349 - 356.
- [26] 中华预防医学会医院感染控制分会第四届委员会重点部位感染防控学组. 术后肺炎预防和控制专家共识[J]. 中华临床感染病杂志, 2018, 11(1): 11 - 19.  
Group of Key Site Infection Control, Nosocomial Infection Control Commission, Chinese Preventive Medicine Association. Expert consensus on prevention and control of postoperative pneumonia[J]. Chinese Journal of Clinical Infectious Diseases, 2018, 11(1): 11 - 19.
- [27] Li J, Zhan QY, Wang C. Survey of prolonged mechanical ventilation in intensive care units in mainland China[J]. Respir Care, 2016, 61(9): 1224 - 1231.
- [28] Andalib A, Ramana-Kumar AV, Bartlett G, et al. Influence of postoperative infectious complications on long-term survival

of lung cancer patients: a population-based cohort study[J]. J Thorac Oncol, 2013, 8(5): 554 - 561.

- [29] 向兵兵. 术后肺部感染的临床特征及危险因素分析[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2021.  
Xiang BB. Analysis of clinical features and risk factors for postoperative pulmonary infection[D]. Kunming: Kunming Medical University, 2021.
- [30] 李铭. 老年患者术后肺炎危险因素的巢式病例对照研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2022.  
Li M. Nested case-control study of risk factors for postoperative pneumonia in elderly patients[D]. Shijiazhuang: Hebei Medical University, 2022.
- [31] 陈家劲, 凌玲, 王瑞亭, 等. 骨科老年患者术后肺炎直接经济损失分析[J]. 中国社会医学杂志, 2022, 39(3): 356 - 359.  
Chen JJ, Ling L, Wang RT, et al. Direct economic loss due to postoperative pneumonia in elderly patients of orthopedics department[J]. Chinese Journal of Social Medicine, 2022, 39(3): 356 - 359.
- [32] 罗斌华, 徐斯颢, 陈蕊, 等. 外科患者手术后医院感染直接经济损失评价[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(12): 1070 - 1075.  
Luo BH, Xu SX, Chen B, et al. Direct economic loss due to postoperative healthcare-associated infection in surgical patients[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(12): 1070 - 1075.
- [33] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政医管局. 国家卫生健康委办公厅关于进一步加强医疗机构感染预防与控制工作的通知: 国卫办医函[2019]480号[EB/OL]. (2019 - 05 - 23) [2023 - 03 - 31]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/>

201905/d831719a5ebf450f991ce47baf944829.shtml.

Medical Administration Bureau of the National Health Commission of the People's Republic of China. Notice of the General Office of the National Health Commission on further strengthening the prevention and control of infections in medical institutions: Guo Wei Ban Yi Han[2019] No. 480[EB/OL]. (2019 - 05 - 23) [2023 - 03 - 31]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/201905/d831719a5ebf450f991ce47baf944829.shtml>.

- [34] 苏晴晴, 刘玲, 袁洪兰. 基于失效模式与效应分析法的三管风险评估与管理在ICU医院感染控制中的效果评价研究[J]. 医药高职教育与现代护理, 2023, 6(1): 52 - 55.  
Su QQ, Liu L, Yuan HL. Study on the effect of three tubes risk assessment and management based on failure mode and effect analysis in nosocomial infection control in ICU[J]. Medical Higher Vocational Education and Modern Nursing, 2023, 6(1): 52 - 55.

(本文编辑:陈玉华)

**本文引用格式:**姚尧, 查筑红, 李家丽, 等. 基于 AHP-风险矩阵构建手术后肺炎风险评估模型研究[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(11): 1312 - 1318. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20234298.

**Cite this article as:** YAO Yao, ZHA Zhu-hong, LI Jia-li, et al. Risk assessment system of postoperative pneumonia based on AHP and risk matrix[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(11): 1312 - 1318. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20234298.