DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20262602

·论著·

不同管理模式对降低中国医务人员职业暴露发生率效果的网状 Meta 分析

俄倩男[1],郭康乐[1],张映华[1],王 燕[1],张浩军[2],阎 颖[3],杨亚红[1]
(1. 甘肃省人民医院感染管理科,甘肃 兰州 730000;2. 甘肃省第二人民医院院长办公室,甘肃 兰州 730000;3. 郑州人民医院感染预防与控制办公室,河南 郑州 450003)

[摘 要] **目的** 系统评价不同管理模式对降低中国医疗机构医务人员血源性职业暴露发生率的效果。**方法** 检索中国知网、万方、PubMed 等数据库中关于不同管理模式对医务人员职业暴露发生率影响的相关文献,检索时间为建库至 2025 年 2 月 25 日。采用纽卡斯尔－渥太华(Newcastle-Ottawa,NOS)量表评价研究质量,应用 R 软件进行 Meta 分析,Stata 软件进行网状 Meta 分析。**结果** 共纳入 31 篇观察性研究文献,涉及 7 种主动管理模式。网状 Meta 分析结果显示,与常规管理相比,7 种主动管理模式[4R 危机管理模式、失效模式与效应分析(FMEA)、PDCA 循环管理法、品管圈(QCC)、六西格玛法、SHEL 事故分析法及根本原因分析(RCA)]均能降低医务人员职业暴露发生风险(均 $P<0.05$)。然而,7 种主动管理模式的相互比较差异均无统计学意义。最佳概率排序显示,FMEA 成为最佳模式的概率(75.3%)最高。护士与混合职业人员亚组中 FMEA 最优,实习护士亚组中 PDCA 最优。**结论** PDCA 等主动管理模式在降低职业暴露发生风险方面均优于常规管理,FMEA 可能是最佳方法。最优管理模式可能因人员类别而异,实践中需灵活选用。

[关 键 词] 职业暴露;管理模式;发生率;Meta 分析
[中图分类号] R192

Network Meta-analysis on the effect of different management modes on reducing the incidence of occupational exposure among Chinese medical staff

E Qiannan[1], *GUO Kangle*[1], *ZHANG Yinghua*[1], *WANG Yan*[1], *ZHANG Haojun*[2], *YAN Ying*[3], *YANG Yahong*[1](1. *Department of Infection Management, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou* 730000, *China*; 2. *Office of Hospital Director, Second Provincial People's Hospital of Gansu, Lanzhou* 730000, *China*; 3. *Office of Infection Prevention and Control, People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou* 450003, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To systematically evaluate the effect of different management modes on reducing the incidence of bloodborne occupational exposure among medical staff in Chinese medical institutions. **Methods** Literature on the effect of different management modes on the incidence of occupational exposure among medical staff were retrieved from China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Data, and PubMed. Search period was from database inception to February 25, 2025. The Newcastle-Ottawa scale (NOS) was used to assess the quality of the studies, R software was used for Meta-analysis and Stata software for network Meta-analysis. **Results** A total of 31 observational studies involving 7 active management modes were included in analysis. Network Meta-analysis results showed that compared with conventional management, 7 active management modes (reduction/readiness/response/recovery [4R] crisis management mode, failure mode and effect analysis [FMEA], plan-do-

[收稿日期] 2025－06－06
[基金项目] 甘肃省自然科学基金项目(24JRRA600);甘肃省人民医院人才库科研启动金(2024KYQDJ-B-39)
[作者简介] 俄倩男(1995－),女(汉族),甘肃省兰州市人,主管医师,主要从事医院感染预防与控制研究。
[通信作者] 杨亚红 E-mail:903936230@qq.com

check-action [PDCA] cycle management method, quality control circle [QCC], Six Sigma method, soft/hard/environment/litigant [SHEL] accident analysis method, and root cause analysis [RCA]) could all reduce the risk of occupational exposure among medical staff (all $P<0.05$). However, there were no statistically significant differences among 7 active management modes. The probability ranking indicated that FMEA had the highest likelihood of being the optimal mode (75.3%). FMEA was optimal in the nurse and mixed professional subgroups, while PDCA was optimal in the nursing interns subgroup. **Conclusion** Active management modes such as PDCA are superior to conventional management in reducing the risk of occupational exposure, with FMEA being the most effective method. The optimal management mode may vary with personnel category and should be flexibly applied in practice.

[**Key words**] occupational exposure; management mode; incidence; Meta-analysis

血源性职业暴露是医务人员面临的重大职业安全威胁，主要通过针刺伤、破损皮肤或黏膜接触传播，可导致梅毒螺旋体、乙型肝炎病毒、人类免疫缺陷病毒等病原体感染。据世界卫生组织(WHO)报道，全球每年约有 200 万名医务人员因此罹患相关传染病，这不仅直接损害其健康，还带来巨大的心理压力和经济负担[1]。为此，我国已将职业暴露防护纳入医疗机构常规管理体系，并在实践中应用多种主动管理模式。其中，4R(reduction、readiness、response、recovery)危机管理模式[2]、失效模式与效应分析(failure mode and effect analysis，FMEA)[3]、PDCA(plan-do-check-action)循环管理法[4]、品管圈(quality control circle，QCC)[5]、六西格玛法[6]、SHEL 事故分析法(soft、hard、environment、litigant)[7]及根本原因分析(root cause analysis，RCA)[8]等方法均展现出积极效果。然而，现有研究多局限于某种主动管理模式与常规管理的比较，缺乏对不同主动管理模式间的系统评估。本研究采用网状 Meta 分析，以中国医疗机构医务人员为研究对象，探究 7 种主动管理模式和常规管理模式对降低医务人员血源性职业暴露发生率的效果，旨在为管理模式的科学选择提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 检索策略 以医务人员、职业暴露、针刺伤、锐器伤、发生率、管理、应用和效果为中文检索词，以 medical staff、occupational exposure、needlestick injury、sharp instrument injury、incidence rate、management、application、effect 为英文检索词，检索中国知网、万方数据库、维普数据库、Web of Science、PubMed 和 Embase 数据库中关于中国医务人员职业暴露管理的相关文献，检索时间为建库至 2025 年 2 月 25 日。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准包括(1)研究类型：观察性研究；(2)研究对象：医疗机构所有可能接触血标本的医务人员，包括医生、护士、实习护士、医技人员、保洁人员；(3)暴露因素：主动管理组实施 4R、FMEA、PDCA、QCC、RCA、六西格玛、SHEL 中的一种管理模式，常规组实施常规管理；(4)结局指标：血源性职业暴露(包括黏膜或皮肤暴露、针刺伤等各类锐器伤)发生率。排除标准包括(1)研究类型为综述、Meta 分析、试验研究等；(2)数据有误或不完整；(3)无法获取全文或重复发表文献。

1.3 文献筛选与资料提取 由两名研究者独立筛选文献并交叉核对，出现争议时与第 3 名研究者讨论决定。资料提取内容包括第一作者姓名、发表年份、研究对象、样本量、管理模式、暴露类型和结局指标等。

1.4 文献质量评价 采用纽卡斯尔－渥太华(Newcastle-Ottawa，NOS)量表对纳入研究进行评分，评分范围 0～9 分，得分越高表示研究质量越高[9]。

1.5 统计分析 应用 R 软件进行 Meta 分析。采用 Q 检验判断异质性，当 $I^2<50\%$ 时，表示低异质性，采用固定效应模型；当 $I^2\geq50\%$ 时，表示显著异质性，采用随机效应模型。通过逐一剔除法进行敏感性分析，验证整体合并结果的稳定性。应用 Stata 软件进行网状 Meta 分析，数据合并结果用比值比(*OR*)及 95%置信区间(*CI*)表示。管理模式之间的关系用网状图呈现，节点大小表示该模式包含的研究数，节点间的连线表示拥有直接比较关系，连线越粗表示比较次数越多。根据累积曲线下面积(surface under the cumulative ranking curve，SUCRA)对不同管理模式的优劣进行排序。采用漏斗图检测发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选结果 初次检索获得相关文献 5 273 篇，经逐步筛选后，最终纳入 31 篇文献[2-8,10-33]。文献筛选流程见图 1。

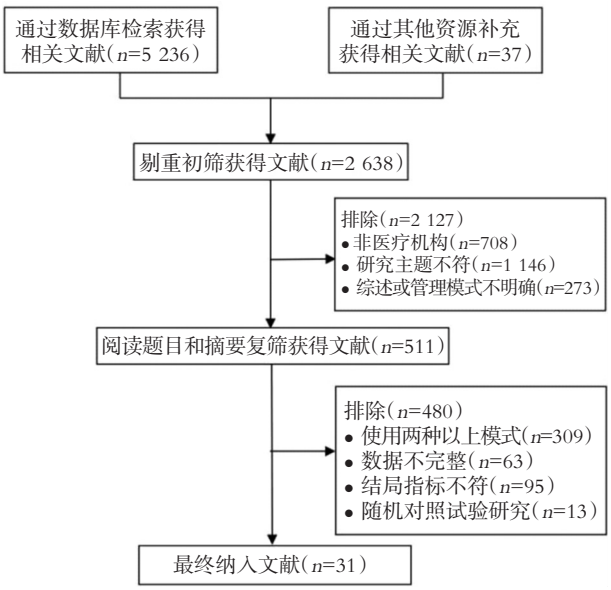


图 1 不同管理模式对降低中国医务人员职业暴露发生率效果的 Meta 分析纳入文献筛选流程图

Figure 1 Flowchart of literature screening for Meta-analysis on effect of different management modes on reducing the incidence of occupational exposure among Chinese medical staff

2.2 纳入文献的总体情况 纳入文献均为观察性研究，经 NOS 量表评价，7 篇研究为 8 分，13 篇为 7 分，11 篇为 6 分，文献总体质量较高。主动管理组涉及 7 种主动管理模式，其中 3 篇 4R，5 篇 FMEA，6 篇 PDCA，5 篇 QCC，5 篇 RCA，3 篇 SHEL，以及 4 篇六西格玛法，常规组均采用常规管理模式。17 篇纳入文献的研究对象为护士，7 篇为混合职业人员，5 篇为实习护士，其他人员类型的文献仅有个别报道。所有研究结局指标均为血源性职业暴露发生率。见表 1。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 职业暴露发生率 PDCA 管理模式的异质性<50%，故采用固定效应模型，其职业暴露发生率为 7.08%(95%*CI*：4.89%～10.15%)；其他管理模式的异质性均>50%，采用随机效应模型，结果显示：4R 管理模式的职业暴露发生率为 8.18%(95%*CI*：2.42%～24.21%)、FMEA 为 6.43%(95%*CI*：2.37%～16.26%)、QCC 为 3.78%(95%*CI*：1.73%～8.07%)、RCA 为 11.07%(95%*CI*：3.99%～27.17%)、SHEL 为 5.43%(95%*CI*：1.64%～16.51%)、六西格玛为 7.24%(95%*CI*：1.78%～25.20%)、常规管理为 20.04%(95%*CI*：13.89%～28.03%)。见表 2。

表 1 不同管理模式对降低中国医务人员职业暴露发生率效果的 Meta 分析纳入研究基本特征及文献质量评价

Table 1 Basic characteristics and quality evaluation of literatures for Meta-analysis on effect of different management modes on reducing the incidence of occupational exposure among Chinese medical staff

纳入文献及第一作者	发表年份	研究对象	暴露因素		样本量(例)		NOS 评分(分)
			A	C	A	C	
高佳琪[10]	2021 年	护士	4R	常规管理	36	36	7
金燕[11]	2020 年	护士	4R	常规管理	580	580	7
林牡丹[2]	2016 年	实习护士	4R	常规管理	55	54	6
黄琳俐[12]	2016 年	实习护士	RCA	常规管理	133	126	7
朱航[8]	2022 年	护士	RCA	常规管理	27	27	6
余海燕[13]	2017 年	护士	RCA	常规管理	48	48	6
万春华[14]	2019 年	护士	RCA	常规管理	28	28	6
付海鸿[15]	2020 年	护士	RCA	常规管理	82	82	8
曹小宇[16]	2017 年	护士	SHEL	常规管理	1 073	1 068	8
许瑛[7]	2015 年	护士	SHEL	常规管理	66	63	6
叶红[17]	2023 年	医生、护士	SHEL	常规管理	399	399	7

续表 1　（Table 1，Continued）

纳入文献及第一作者	发表年份	研究对象	暴露因素		样本量(例)		NOS 评分(分)
			A	C	A	C	
何迎[18]	2021 年	医生、护士、保洁人员	六西格玛法	常规管理	100	100	7
林南[6]	2023 年	护士	六西格玛法	常规管理	12	12	6
秦莹[19]	2021 年	护士	六西格玛法	常规管理	40	40	7
简静[20]	2023 年	护士	六西格玛法	常规管理	819	828	8
陈建伟[3]	2019 年	医生、护士	FMEA	常规管理	238	231	8
陈萍[21]	2020 年	医生、护士、医技人员	FMEA	常规管理	775	775	7
武淑敏[22]	2021 年	护士	FMEA	常规管理	60	60	7
张君君[23]	2017 年	保洁人员	FMEA	常规管理	81	81	7
李文红[24]	2015 年	实习护士	FMEA	常规管理	109	101	8
刘为[25]	2015 年	护士	QCC	常规管理	20	20	6
曹莉[5]	2018 年	医生、护士、医技人员	QCC	常规管理	982	837	8
沈国美[26]	2015 年	医生、护士、医技人员、保洁人员	QCC	常规管理	1 234	1 234	8
曾红梅[27]	2020 年	医生、护士、医技人员	QCC	常规管理	753	674	7
罗敏[28]	2016 年	护士	QCC	常规管理	597	355	7
周立蓉[4]	2015 年	护士	PDCA	常规管理	27	27	6
杨小华[29]	2013 年	医生	PDCA	常规管理	125	123	6
黄丽群[30]	2010 年	实习护士	PDCA	常规管理	105	105	6
肖巧玲[31]	2017 年	护士	PDCA	常规管理	11	11	6
吴少梅[32]	2019 年	护士	PDCA	常规管理	64	98	7
何旗群[33]	2018 年	实习护士	PDCA	常规管理	103	83	7

注：A 为主动管理模式组，C 为常规组。

表 2　不同管理模式下职业暴露发生率 Meta 分析结果

Table 2　Meta-analysis results of the incidence of occupational exposure under different management modes

管理模式	纳入研究数量(篇)	样本量(名)	异质性(I^2，%)	采用模型	发生率(95%CI，%)
4R	3	671	89	随机效应模型	8.18(2.42～24.21)
FMEA	5	1 263	93	随机效应模型	6.43(2.37～16.26)
PDCA	6	435	41	固定效应模型	7.08(4.89～10.15)
QCC	5	3 586	93	随机效应模型	3.78(1.73～8.07)
RCA	5	318	86	随机效应模型	11.07(3.99～27.17)
SHEL	3	1 538	95	随机效应模型	5.43(1.64～16.51)
六西格玛	4	971	92	随机效应模型	7.24(1.78～25.20)
常规管理	31	8 306	97	随机效应模型	20.04(13.89～28.03)

2.3.2　敏感性分析　对纳入文献逐一剔除，结果显示，各组间的异质性均无明显变化，表明研究结果稳定、可靠。见图 2。

2.4　网状 Meta 分析结果

2.4.1　网状关系图　7 种主动管理模式均与常规管理形成了直接比较，其中 PDCA 的相关研究数量最多。亚组分析显示，护士亚组中数量最多的是 RCA，实习护士亚组中为 PDCA，混合职业人员亚组为 QCC。见图 3。

主动管理模式

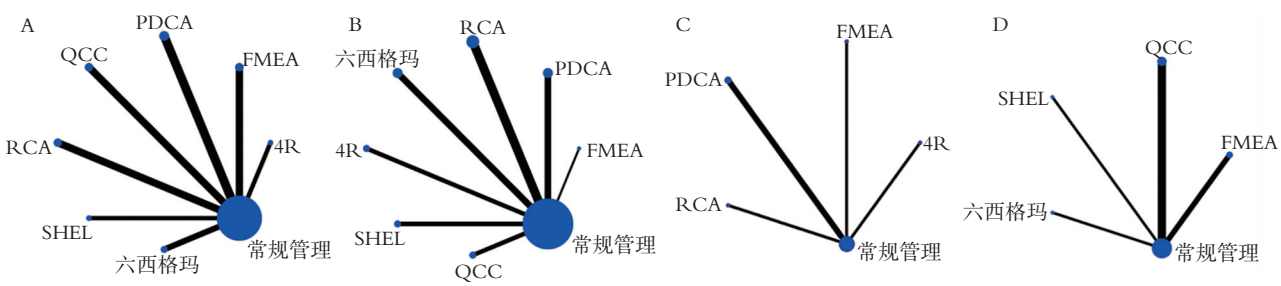
Study	Tau²	Tau	I^2	Proportion	95%*CI*
Omitting 高佳琪 2021	0.853	0.924	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 金燕 2020	0.899	0.948	90%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 林牡丹 2016	0.827	0.910	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 陈建伟 2019	0.857	0.926	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 陈萍 2020	0.774	0.880	90%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 武淑敏 2021	0.856	0.925	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 张君君 2020	0.864	0.930	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 李文红 2015	0.820	0.905	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 周立蓉 2015	0.849	0.921	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 杨小华 2013	0.871	0.933	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 黄丽群 2010	0.850	0.922	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 肖巧玲 2017	0.846	0.920	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 吴少梅 2019	0.861	0.928	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 何旗群 2018	0.855	0.925	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 刘为 2015	0.830	0.911	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 曹莉 2018	0.991	0.996	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 沈国美 2015	0.772	0.879	89%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 曾红梅 2020	0.781	0.884	90%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 罗敏 2016	0.920	0.959	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 黄琳俐 2016	0.872	0.934	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 朱航 2022	0.850	0.922	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 余海燕 2017	0.847	0.920	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 万春华 2019	0.746	0.863	89%	0.06	[0.04,0.09]
Omitting 付海鸿 2020	0.837	0.915	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 曹小宇 2017	0.817	0.904	90%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 许瑛 2015	0.859	0.927	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 叶红 2023	0.908	0.953	90%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 何迎 2021	0.850	0.922	91%	0.07	[0.05,0.10]
Omitting 林南 2023	0.847	0.921	91%	0.07	[0.05,0.09]
Omitting 秦莹 2021	0.823	0.907	90%	0.06	[0.05,0.09]
Omitting 简静 2023	0.826	0.909	90%	0.07	[0.05,0.10]
Total(95% *CI*)	0.845	0.920	90%	0.07	[0.05, 0.09]

常规管理模式

Study	Tau²	Tau	I^2	Proportion	95%*CI*
Omitting 高佳琪 2021	1.483	1.218	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 金燕 2020	1.597	1.264	97%	0.20	[0.14,0.29]
Omitting 林牡丹 2016	1.470	1.212	97%	0.20	[0.13,0.28]
Omitting 黄琳俐 2016	1.518	1.232	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 朱航 2022	1.478	1.216	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 余海燕 2017	1.486	1.219	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 万春华 2019	1.421	1.192	97%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 付海鸿 2020	1.481	1.217	97%	0.20	[0.13,0.28]
Omitting 曹小宇 2017	1.374	1.172	97%	0.21	[0.15,0.29]
Omitting 许瑛 2015	1.493	1.222	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 叶红 2023	1.507	1.228	97%	0.20	[0.13,0.28]
Omitting 何迎 2021	1.491	1.221	97%	0.20	[0.14,0.29]
Omitting 林南 2023	1.444	1.202	97%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 秦莹 2021	1.443	1.201	97%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 简静 2023	1.422	1.193	97%	0.21	[0.15,0.29]
Omitting 陈建伟 2019	1.326	1.152	96%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 陈萍 2020	1.379	1.174	97%	0.21	[0.15,0.30]
Omitting 武淑敏 2021	1.492	1.222	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 张君君 2020	1.500	1.225	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 李文红 2015	1.470	1.212	97%	0.20	[0.13,0.28]
Omitting 刘为 2015	1.464	1.210	97%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 曹莉 2018	1.503	1.226	97%	0.21	[0.14,0.29]
Omitting 沈国美 2015	1.394	1.181	96%	0.21	[0.15,0.29]
Omitting 曾红梅 2020	1.389	1.179	97%	0.21	[0.15,0.30]
Omitting 罗敏 2016	1.539	1.241	97%	0.21	[0.14,0.29]
Omitting 周立蓉 2015	1.468	1.212	97%	0.20	[0.13,0.28]
Omitting 杨小华 2013	1.510	1.229	97%	0.20	[0.14,0.29]
Omitting 黄丽群 2010	1.501	1.225	97%	0.20	[0.14,0.29]
Omitting 肖巧玲 2017	1.450	1.204	97%	0.19	[0.13,0.27]
Omitting 吴少梅 2019	1.507	1.228	97%	0.20	[0.14,0.28]
Omitting 何旗群 2018	1.497	1.224	97%	0.20	[0.14,0.28]
Total(95% *CI*)	1.468	1.211	97%	0.20	[0.14,0.28]

图 2　不同管理模式下职业暴露发生率 Meta 分析敏感性分析结果

Figure 2　Sensitivity analysis results of Meta-analysis on the incidence of occupational exposure under different management modes



注：A 为全体医务人员；B 为护士；C 为实习护士；D 为混合职业人员。

图 3　不同管理模式下职业暴露发生率 Meta 分析的网状关系图

Figure 3　Network diagram of Meta-analysis on the incidence of occupational exposure under different management modes

2.4.2　职业暴露发生风险　网状 Meta 分析结果显示，与常规管理相比，4R（*OR* = 0.34，95%*CI*：0.18～0.64）、FMEA（*OR* = 0.26，95%*CI*：0.17～0.40）、PDCA（*OR* = 0.26，95%*CI*：0.15～0.45）、QCC（*OR* = 0.51，95%*CI*：0.33～0.79）、RCA（*OR* = 0.27，95%*CI*：0.15～0.49）、SHEL（*OR* = 0.35，95%*CI*：0.21～0.58）和六西格玛（*OR* = 0.33，95%*CI*：0.18～0.61）均降低了职业暴露的发生风险；而 7 种主动管理模式间的比较差异无统计学意义。亚组分析结果与整体结果一致。见图 4。

2.4.3　累计概率排序结果　8 种管理模式降低职业暴露发生风险的效果依次为：FMEA（75.3%）＞PDCA（74.3%）＞RCA（71.5%）＞六西格玛（55.1%）＞4R（53.4%）＞SHEL（49.1%）＞QCC（21.4%）＞常规管理模式（1.0%）。见图 5。护士亚组的 SUCRA 排序结果与整体一致；实习护士亚组的排序结果为：PDCA（85.8%）＞RCA（67.7%）＞FMEA（50.8%）＞4R（45.1%）＞常规管理（0.5%）；混合职业人员亚组排序依次为：FMEA（77.2%）＞SHEL（71.1%）＞六西格玛（67.2%）＞QCC（32.8%）＞常规管理（1.7%）。

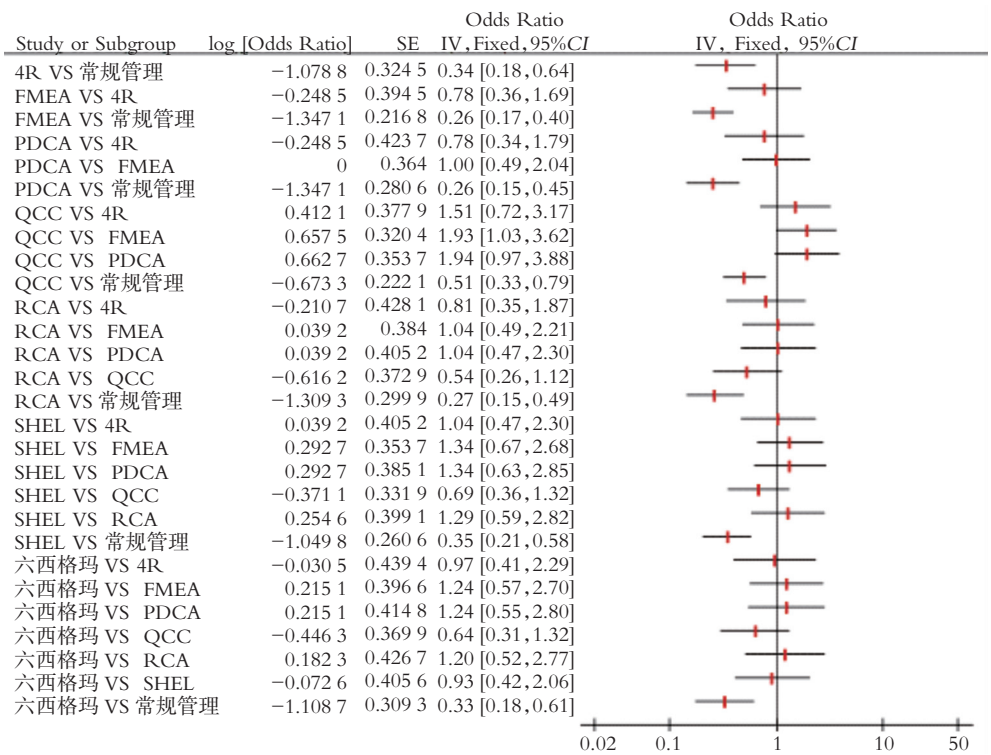


图 4　不同管理模式下职业暴露发生率的网状 Meta 分析结果

Figure 4　Network Meta-analysis results of the incidence of occupational exposure under different management modes

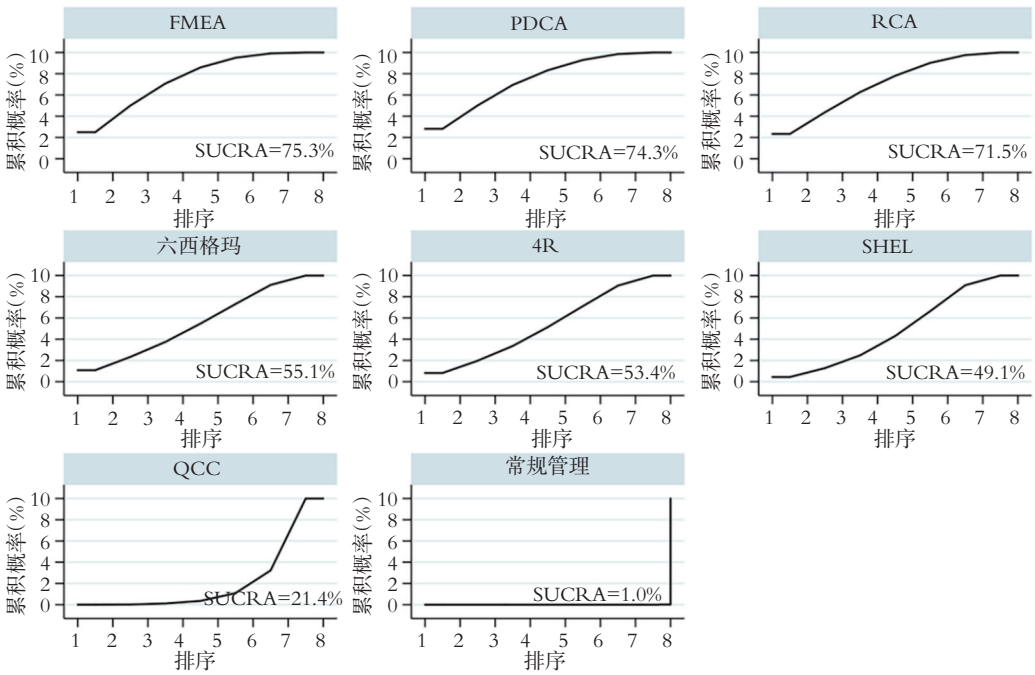


图 5　不同管理模式对降低职业暴露发生率效果的 SUCRA 概率排序

Figure 5　SUCRA probability ranking of the effect of different management modes on reducing incidence of occupational exposure

2.5　发表偏倚分析　绘制不同管理模式职业暴露发生率漏斗图，结果显示，散点分布显示出不完全的对称性，提示可能存在一定的发表偏倚。见图 6。

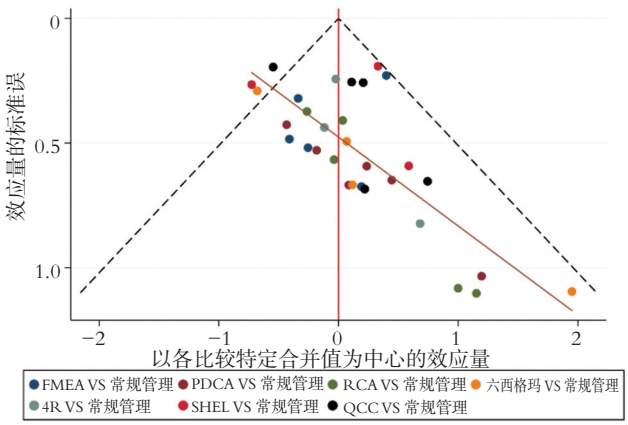


图 6　不同管理模式对降低职业暴露发生率 Meta 分析纳入文献的漏斗图

Figure 6　Funnel plot of included literatures for Meta-analysis on the effect of different management modes on reducing incidence of occupational exposure

3　讨论

医务人员血源性职业暴露是威胁其职业健康与安全的重大风险，主要通过针刺伤、黏膜暴露及破损皮肤接触发生。全球每年约有 300 万名医务人员遭遇针刺伤，表明职业防护体系仍面临严峻挑战[34]。研究[35]表明，绝大多数血源性职业暴露可通过减少锐器使用、推广安全器具、落实标准预防等综合措施预防。随着风险管理理念的推广，PDCA、RCA、FMEA 等主动管理模式已逐步应用于职业暴露防控，但目前尚无研究明确哪种模式效果最佳。因此，本文采用网状 Meta 分析方法，系统比较 8 种管理模式降低职业暴露发生率的效果，旨在为管理工具的选择提供科学决策依据。

Meta 分析结果表明，QCC、SHEL、FMEA、PDCA、六西格玛、4R、RCA 在降低医务人员血源性职业暴露发生率方面均优于常规管理模式。与以往研究[2, 12, 22]结论一致，提示系统性的主动管理模式在职业暴露防控中更具优势。

网状 Meta 分析结果显示，7 种主动管理模式在降低职业暴露发生风险方面优于常规管理。其中，FMEA 的效果最为显著，其次为 PDCA 与 RCA，三者的 SUCRA 值均高于 70%，其余管理模式的效果排序依次为六西格玛、4R、SHEL、QCC、常规管理模式。亚组分析显示，在护士与混合职业人员中，FMEA 的效果最优；而在实习护士中，最优管理模式为 PDCA，提示最优管理工具可能因人员类别而异。FMEA 凭借前瞻性、系统性的风险评估机制在概率排序中突出（通过识别失效模式评估风险等级，实现流程薄弱环节的量化定位与事前防控）[3]。PDCA 强调持续改进，但其执行周期长，对人员配合度要求高[36]。RCA 侧重于系统剖析操作、设备、环境及管理等深层原因，能够从根源上控制风险，属回溯性分析工具[13]。六西格玛法能精准定位风险，但依赖高质量数据与专业分析能力[18]。4R 模式涵盖事前、事中和事后控制 3 个阶段，对多部门协作能力要求较高[11]。SHEL 事故分析法通过优化设备布局降低锐器伤风险，但老旧环境下实施难度较大[7]。QCC 则通过一线医务人员组队，运用质量管理工具解决临床实际问题，但改进范围有限[28]。常规管理多为事后处置，效果不佳。

本研究的优势：(1)既往研究多聚焦于单一主动管理方法与常规管理的对比，缺乏多种主动管理方法的系统评价。(2)传统 Meta 分析仅能比较两种管理方法的相对效果，而本研究采用的网状 Meta 分析能够对多种管理模式进行同步比较与量化排序，明确最优管理工具。本研究的局限性：(1)仅纳入已发表的研究，未涵盖未发表的阴性或无显著效果的研究，可能会对结果造成一定影响。(2)为了降低异质性，未纳入随机对照试验，证据的稳健性有限。(3)受纳入研究数量和质量的限制，结果需谨慎解读。

综上所述，现有证据表明，相较于常规管理，4R、FMEA、PDCA、QCC、RCA、SHEL、六西格玛法均能更有效地降低医务人员职业暴露发生风险。其中，FMEA 对于护士、混合职业人员更具优势，PDCA 对实习护士更为适宜，实践应用时应结合医疗机构实际情况灵活选择。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 刘诗勤，任晓晓，周挺，等. 医务人员相关锐器伤及血源性暴露防护法律法规的国际经验总结[J]. 中华医院感染学杂志，2018，28(14)：2228－2233.
Liu SQ，Ren XX，Zhou T，et al. International experience of laws and regulations on prevention of sharp injuries and their bloodborne exposure to health care workers and enlightenments to China[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2018，28(14)：2228－2233.

[2] 林牡丹，高歌，李美妮，等. 4R 危机管理模式在实习护生针刺伤风险管理中的应用[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志，2016，11(7)：709－711.
Lin MD，Gao G，Li MN，et al. Application of 4R crisis management model in nursing students' needlestick injuries during the internship[J]. China Journal of Emergency Resuscitation and Disaster Medicine，2016，11(7)：709－711.

[3] 陈建伟，孙吉花，支红敏，等. 应用失效模式与效应分析防范手术中血源性职业暴露[J]. 中国感染控制杂志，2019，18(8)：776－782.
Chen JW，Sun JH，Zhi HM，et al. Applying failure mode and effect analysis to prevent blood-borne occupational exposure during surgery[J]. Chinese Journal of Infection Control，2019，18(8)：776－782.

[4] 周立蓉，向孟刚，祝青，等. PDCA 循环法对妇科门诊医院感染控制的影响研究[J]. 中华医院感染学杂志，2015，25(10)：2382－2384.
Zhou LR，Xiang MG，Zhu Q，et al. Effect of PDCA cycle on control of nosocomial infections in gynecology outpatient department[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2015，25(10)：2382－2384.

[5] 曹莉，刘华之. 品管圈活动对降低医务人员职业暴露发生的效果研究[J]. 医学信息，2018，31(15)：164－165.
Cao L，Liu HZ. Study on the effect of quality control circle activities on reducing occupational exposure of medical staff[J]. Medical Information，2018，31(15)：164－165.

[6] 林南. 六西格玛管理法在降低中医诊疗操作针刺伤发生率中的作用[J]. 中医药管理杂志，2023，31(16)：180－182.
Lin N. The role of six sigma methodology in reducing the incidence of needlestick injuries during traditional Chinese medicine diagnosis and treatment procedures[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management，2023，31(16)：180－182.

[7] 许瑛，蒋维连. SHEL 模式在手术室护士职业暴露防范中的应用[J]. 中国消毒学杂志，2015，32(11)：1165－1166.
Xu Y，Jiang WL. Utilization of the SHEL model as a strategy to prevent occupational exposure among operating room nurses[J]. Chinese Journal of Disinfection，2015，32(11)：1165－1166.

[8] 朱航，方爱萍，严玉琼，等. 根本原因分析法应用于手术室护士针刺伤的效果研究[J]. 中国社区医师，2022，38(2)：121－123.
Zhu H，Fang AP，Yan YQ，et al. Study on the effect of root cause analysis method applied to nurses' needle stick injuries in operating room[J]. Chinese Community Doctors，2022，38(2)：121－123.

[9] Hartling L，Milne A，Hamm MP，et al. Testing the Newcastle Ottawa scale showed low reliability between individual reviewers[J]. J Clin Epidemiol，2013，66(9)：982－993.

[10] 高佳琪，马延霄. 基于 4R 危机理论的管理模式在血站采血护士职业暴露预防控制中的应用[J]. 中国现代医生，2021，59(21)：1－4.
Gao JQ，Ma YX. Application of management mode based on 4R crisis theory in occupational exposure prevention and control of blood collection nurses in blood stations[J]. China Modern Doctor，2021，59(21)：1－4.

[11] 金燕. 4R 危机管理理论在预防急诊科护士职业暴露的效果评价[J]. 中国农村卫生，2020，12(7)：20－21.
Jin Y. Effectiveness evaluation of 4R crisis management theory in preventing occupational exposure among emergency department nurses[J]. China Rural Health，2020，12(7)：20－21.

[12] 黄琳俐. 根本原因分析法降低实习护生锐器伤发生率效果观察[J]. 齐鲁护理杂志，2016，22(22)：13－14.
Huang LL. Root cause analysis to reduce the incidence of sharp injury practice effect of nursing students[J]. Journal of Qilu Nursing，2016，22(22)：13－14.

[13] 余海燕，向江琳，蒋红，等. 根本原因分析法用于艾滋病病区护理人员锐器操作职业暴露管理[J]. 护理学杂志，2017，32(17)：10－12.
Yu HY，Xiang JL，Jiang H，et al. Root cause analysis of occupational exposure among nurses performing sharp instrument operation in AIDS ward[J]. Journal of Nursing Science，2017，32(17)：10－12.

[14] 万春华，刘小春，雷亚婷，等. 根本原因分析法在艾滋病病区护理人员锐器操作职业暴露中的应用[J]. 齐鲁护理杂志，2019，25(16)：49－51.
Wan CH，Liu XC，Lei YT，et al. Application of RCA in managing occupational exposure to sharps procedures among nursing staff in AIDS wards[J]. Journal of Qilu Nursing，2019，25(16)：49－51.

[15] 付海鸿，喻晴，蒋丽娟，等. 根因分析法在消毒供应中心职业暴露中的应用[J]. 中国感染控制杂志，2020，19(6)：569－572.
Fu HH，Yu Q，Jiang LJ，et al. Application of root cause analysis in occupational exposure of central sterile supply department[J]. Chinese Journal of Infection Control，2020，19(6)：569－572.

[16] 曹小宇，彭飞，潘攀，等. SHEL 模式管理在护理人员职业暴露防护中的应用[J]. 解放军护理杂志，2017，34(4)：69－71，74.
Cao XY，Peng F，Pan P，et al. Application of the SHEL model management in the protection of occupational exposure of nursing staff[J]. Nursing Journal of Chinese People's Liberation Army，2017，34(4)：69－71，74.

[17] 叶红，胡雪飞，王莉，等. 事故分析法在手术室血源性职业暴露防护管理中的应用效果[J]. 广西医学，2023，45(12)：1520－1524.
Ye H，Hu XF，Wang L，et al. Application effect of accident analysis method in the prevention and protection management of blood-derived occupational exposure in operating room[J]. Guangxi Medical Journal，2023，45(12)：1520－1524.

[18] 何迎，胡雪飞. 六西格玛法在降低手术室工作人员职业暴露中的应用[J]. 中国卫生标准管理，2021，12(24)：19－22.
He Y，Hu XF. Application of six sigma method in reducing occupational exposure of operating room staff[J]. China Health Standard Management，2021，12(24)：19－22.

[19] 秦莹，张明明，于佳琦. 六西格玛管理法在预防急诊儿科护士针刺伤中的应用体会[J]. 健康研究，2021，41(5)：594－595，598.
Qin Y，Zhang MM，Yu JQ. Application of six sigma management in prevention of acupuncture injury of emergency pediatric nurses[J]. Health Research，2021，41(5)：594－595，598.

[20] 简静，杨丽艳，黄桂桂，等. 六西格玛管理在减少护理人员血源性职业暴露中的应用效果[J]. 中国当代医药，2023，30(23)：128－131.
Jian J，Yang LY，Huang GG，et al. Application effect of six sigma management in reducing blood borne occupational exposure of nursing staff[J]. China Modern Medicine，2023，30(23)：128－131.

[21] 陈萍，刘勇，王燕，等. 医疗失效模式与效应分析方法在降低医务人员锐器处置环节职业暴露风险中应用[J]. 职业卫生与应急救援，2020，38(1)：11－14.
Chen P，Liu Y，Wang Y，et al. Application of failure mode and effect analysis method to reduce medical staff's occupational exposure risk during sharps instrument disposal[J]. Occupational Health and Emergency Rescue，2020，38(1)：11－14.

[22] 武淑敏，张文祥，邱常青. 失效模式与效果分析对手术室护士职业暴露的防范效果[J]. 护理实践与研究，2021，18(7)：1094－1097.
Wu SM，Zhang WX，Qiu CQ. The preventive effect of failure mode and effects analysis on occupational exposure of operating room nurses[J]. Nursing Practice and Research，2021，18(7)：1094－1097.

[23] 张君君，陈萍，祝红梅，等. 失效模式和效果分析模式干预医院保洁人员血源性职业暴露的效果分析[J]. 中华医院感染学杂志，2017，27(12)：2869－2872.
Zhang JJ，Chen P，Zhu HM，et al. Effect analysis of FMEA mode intervention in the cleaning staff's occupational exposure to blood[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2017，27(12)：2869－2872.

[24] 李文红，莫蓓蓉，陈瑛，等. 失效模式与效应分析在防范实习护士针刺伤中的应用[J]. 天津护理，2015，23(4)：345－346.
Li WH，Mo BR，Chen Y，et al. Application of failure mode and effect analysis on the prevention of needle injuries in practice nurses[J]. Tianjin Journal of Nursing，2015，23(4)：345－346.

[25] 刘为，陈文均，彭倩，等. 品管圈策略在减少护士针刺伤中的应用[J]. 现代医药卫生，2015，31(18)：2749－2750，2754.
Liu W，Chen WJ，Peng Q，et al. Application of quality control circle strategy in reducing nurses' needle-stick injuries[J]. Journal of Modern Medicine & Health，2015，31(18)：2749－2750，2754.

[26] 沈国美，夏琴，代后珍，等. 品管圈活动在降低医务人员职业暴露发生率中的应用效果观察[J]. 护士进修杂志，2015，30(2)：119－122.
Shen GM，Xia Q，Dai HZ，et al. Effect of quality control circle activities on reducing occupational exposure among healthcare workers[J]. Journal of Nurses Training，2015，30(2)：119－122.

[27] 曾红梅. 运用质量管理工具品管圈降低医务人员职业暴露发生率[J]. 赣南医学院学报，2020，40(5)：504－508.
Zeng HM. Quality management tools and quality control circles to reduce the incidence of occupational exposure of medical personnel[J]. Journal of Gannan Medical University，2020，40(5)：504－508.

[28] 罗敏，吕维维. 品管圈在降低基层医院血源性职业暴露发生率中的应用[J]. 现代医药卫生，2016，32(14)：2261－2263.
Luo M，Lv WW. The application of QCC in reducing the incidence of blood-borne occupational exposure in primary hospitals[J]. Journal of Modern Medicine & Health，2016，32(14)：2261－2263.

[29] 杨小华，方敏，孙秀娟，等. 持续质量改进对降低医院工作人员锐器伤发生率的效果研究[J]. 中华医院感染学杂志，2013，23(7)：1608－1609.
Yang XH，Fang M，Sun XJ，et al. Effect of continuous quality improvement to reduce incidence of sharp instrument injuries of hospital staff[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2013，23(7)：1608－1609.

[30] 黄丽群，岑瑜. PDCA 管理理论模式促进实习护生职业防护行为的效果评价[J]. 中华医院感染学杂志，2010，20(14)：2102－2104.
Huang LQ，Cen Y. Effect of PDCA management on occupational protection in probationer nurse[J]. Chinese Journal of Nosocomiology，2010，20(14)：2102－2104.

[31] 肖巧玲，孟秀凤，丁春丽. PDCA 模式在艾滋病病房护士职业防护中的应用[J]. 中国继续医学教育，2017，9(35)：9－10.
Xiao QL，Meng XF，Ding CL. The application of PDCA model in the occupational protection of nurses in AIDS ward[J]. China Continuing Medical Education，2017，9(35)：9－10.

[32] 吴少梅，袁燕嫦. PDCA 循环管理模式在医院感染消毒隔离管理中的应用效果观察[J]. 中国医药科学，2019，9(7)：169－171，200.
Wu SM，Yuan YC. Observation on the application effect of PDCA cycle management mode in disinfection isolation management of nosocomial infection[J]. China Medicine and Pharmacy，2019，9(7)：169－171，200.

[33] 何旗群，齐辉，吴凤菊，等. PDCA 循环管理模式在防范护生针刺伤职业暴露的应用[J]. 天津护理，2018，26(2)：215－216.
He QQ，Qi H，Wu FJ，et al. Application of PDCA circulation management in preventing occupational exposure of needlestick injuries among nursing students[J]. Tianjin Journal of Nursing，2018，26(2)：215－216.

[34] Alsabaani A，Alqahtani NSS，Alqahtani SSS，et al. Incidence，knowledge，attitude and practice toward needle stick injury among health care workers in Abha city，Saudi Arabia[J]. Front Public Health，2022，10：771190.

[35] Oh HS，Uhm D. Occupational exposure to infection risk and use of personal protective equipment by emergency medical personnel in the Republic of Korea[J]. Am J Infect Control，2016，44(6)：647－651.

[36] 李翠萍，于凤英. PDCA 循环在医院感染护理管理中的应用研究[J]. 中国卫生产业，2019，16(8)：46－47.
Li CP，Yu FY. Application of PDCA cycle in nursing management of hospital infection[J]. China Health Industry，2019，16(8)：46－47.

（本文编辑：陈玉华）

本文引用格式：俄倩男，郭康乐，张映华，等. 不同管理模式对降低中国医务人员职业暴露发生率效果的网状 Meta 分析[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(4)：528－536. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20262602.

Cite this article as：E Qiannan，GUO Kangle，ZHANG Yinghua，et al. Network Meta-analysis on the effect of different management modes on reducing the incidence of occupational exposure among Chinese medical staff[J]. Chin J Infect Control，2026，25(4)：528－536. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20262602.