DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264682

·论著·

多学科协作对多重耐药菌感染控制的效果评价——基于中断时间序列分析的分段回归模型

杨玉娟,邱　菊,张竹君
(陆军军医大学第一附属医院感染控制科,重庆　400038)

[摘　要] **目的**　应用中断时间序列分段回归模型评估多学科协作措施下多重耐药菌(MDRO)感染防控效果。**方法**　收集重庆市陆军军医大学第一附属医院 2020 年 1 季度—2025 年 4 季度多学科协作措施实施前后住院患者 MDRO 感染数据,采用负二项回归和线性分段回归模型进行分析,评价干预的短期效果和长期效果。**结果**　负二项回归模型结果显示,多学科协作措施实施后,MDRO 季度感染发病率短期内下降 5.46%(*IRR* = 0.945 4,95%*CI*:0.760 2～1.175 6,*P* = 0.613),但差异无统计学意义;长期效应方面,干预后感染发病率每季度下降 4.04%(*IRR* = 0.959 6,95%*CI*:0.930 4～0.989 8,*P* = 0.009),干预措施改变了季度感染发病率的时间趋势。新型冠状病毒感染疫情解封初期(2023 年 1 季度),MDRO 季度感染发病率上升 44.97%(*IRR* = 1.449 7,95%*CI*:1.111 8～1.890 4,*P* = 0.006)。线性分段回归模型估计的效应方向(最小二乘法:β_3 = －0.017 2,*P* = 0.038;β_4 = 0.207 6,*P* = 0.010)及其统计学显著性与负二项回归模型一致,在长期趋势和异常值分析上均具有统计学意义。**结论**　多学科协作措施短时间内未能显著降低 MDRO 季度感染发病率,但该措施的防控效果随实施时间的延长逐步显现,是一项有效的干预策略。

[关　键　词] 多重耐药菌;多学科协作;效果评价;中断时间序列;分段回归模型;医院感染
[中图分类号] R181.3+2

Evaluation of the effectiveness of multidisciplinary collaboration in the control of multidrug-resistant organism infections: a segmented regression model based on interrupted time series analysis

Yang Yujuan, Qiu Ju, Zhang Zhujun (Department of Infection Control, The First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, *China)*

[**Abstract**] **Objective**　To evaluate the effectiveness of multidisciplinary collaboration measures in the prevention and control of multidrug-resistant organism (MDRO) infections using segmented regression models for interrupted time series analysis. **Methods**　Data on MDRO infections among inpatients at the First Affiliated Hospital of Army Medical University in Chongqing before and after the implementation of multidisciplinary collaboration measures was collected from the first quarter of 2020 to the fourth quarter of 2025. Negative binomial regression and linear segmented regression models were used to assess both short-term and long-term effects of the intervention. **Results**

The negative binomial regression model showed that, after the implementation of multidisciplinary collaboration measures, the quarterly incidence rate of MDRO infections decreased by 5.46% in the short term (*IRR* = 0.945 4, 95%*CI*: 0.760 2－1.175 6, *P* = 0.613), but the difference was not statistically significant. Regarding the long-term effect, the infection incidence rate decreased by 4.04% per quarter after the intervention (*IRR* = 0.959 6; 95%*CI*: 0.930 4－0.989 8; *P* = 0.009), indicating that the intervention changed the temporal trend of quarterly infection rates. In the initial period after COVID-19 restrictions were lifted (the first quarter of 2023), the quarterly

[收稿日期]　2026－06－16
[作者简介]　杨玉娟(1992－),女(苗族),湖南省湘西自治州人,主治医师,主要从事医院感染管理研究。
[通信作者]　张竹君　　E-mail:zhujunzhang@tmmu.edu.cn

incidence rate of MDRO infection increased by 44.97% (*IRR* = 1.449 7; 95%*CI*: 1.111 8 - 1.890 4; *P* = 0.006). The direction and statistical significance of the effects estimated by the linear segmented regression model (ordinary least squares: $\beta_3 = -0.017\ 2$, $P = 0.038$; $\beta_4 = 0.207\ 6$, $P = 0.010$) were consistent with those obtained from the negative binomial regression model, with statistically significant results for both the long-term trend and outlier analyses. **Conclusion** The multidisciplinary collaborative measures failed to significantly reduce the quarterly incidence rate of MDRO infections in the short term, but the effectiveness of these measures in infection prevention and control gradually become apparent as the duration of their implementation increased, indicating that multidisciplinary collaboration is an effective intervention strategy.

[**Key words**] multidrug-resistant organisms; multidisciplinary collaboration; effectiveness evaluation; interrupted time series; segmented regression model; hospital-acquired infections

多重耐药菌(multidrug-resistant organism, MDRO)感染与抗菌药物耐药已成为全球性的公共卫生问题,给各年龄段人群带来健康威胁[1-2]。MDRO 可引起肺部、手术部位、血流等多部位感染,延长患者住院日数,增加死亡风险与治疗成本,给临床用药和感染防控带来巨大挑战,严重影响医疗质量和患者安全[3-5]。医院 MDRO 感染造成的每例患者直接经济损失可达 916.61～98 575.00 美元[6-7]。2019 年全球因抗菌药物耐药性引起的感染直接导致 127 万人死亡,间接导致 495 万人死亡,致死人数超过获得性免疫缺陷综合征(AIDS)和疟疾[8]。作为医院感染防控的重点内容,2022 年国家卫生健康委等 13 部门联合制定了《遏制微生物耐药国家行动计划(2022—2025 年)》[9],要求医疗机构有效控制耐药菌感染发病率。因此,本研究团队梳理了现有 MDRO 感染防控措施的不足,并从 2023 年 1 季度开始在现有多学科协作管理方案中增加新措施,包括培训、MDRO 标识管理和感染管理质量考核等,以降低 MDRO 感染发病率。为更好地评价措施的长、短期效果,以干预前后每季度 MDRO 感染发病率作为评价指标,采用中断时间序列(interrupted time-series, ITS)分析[10-11]评价多学科协作干预措施控制 MDRO 医院感染的效果,现将研究结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源 从杏林医院感染实时监控系统收集陆军军医大学第一附属医院 2020 年 1 季度—2025 年 4 季度的住院患者资料(不包括日间患者),包括每季度住院患者例数、MDRO 感染例数。采用 MDRO 感染发病率作为措施的效果指标,MDRO 感染诊断依据《医院感染诊断标准(试行)》[12]。MDRO 种类包括但不限于耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、耐万古霉素肠球菌(仅指屎肠球菌、粪肠球菌)、耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌、耐碳青霉烯类大肠埃希菌、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌、耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌。

1.2 多学科协作措施 为降低 MDRO 医院内交叉感染风险及预防 MDRO 感染暴发,2022 年 3—4 季度组建了 MDRO 防控团队,包括感染防控专职人员、超声科护士、放射科技师、信息科人员、手术室护士、护理处行政人员、临床医生、临床护士。通过头脑风暴分析现有 MDRO 感染防控措施的不足之处,并制定改进措施,自 2023 年 1 季度开始实施(2020 年 1 季度—2022 年 4 季度为干预前阶段,2023 年 1 季度—2025 年 4 季度为干预后阶段)。干预前后防控措施差异主要体现在:(1)人员培训。干预前主要为全院统一岗前培训或科室不定期自主培训,干预后由感染防控专职人员制作 MDRO 感染防控培训课件,内容涉及 MDRO 识别与判定、手卫生、无菌操作、隔离消毒等。首先培训感染防控护士和住院总医生,再由其进行科级培训;感染防控专职人员不定期现场抽查医务人员,尤其是新进人员的培训效果,包括如何识别携带 MDRO 的患者,如何区分感染/定植/污染,以及明确患者携带 MDRO 后的操作;临床、医技及辅助科室新上任的住院总医生必须在感染控制科接受为期 2 天的培训。(2)增加手卫生暗访。医院层面招募手卫生调查志愿者,由感染控制科进行培训,培训合格后对全院临床、医技及辅助科室手卫生执行情况进行暗访调查。(3)感染防控专职人员、护理处行政人员、临床医生和临床护士协同设计优化现有床旁标识,新增病历夹标识。干预前床旁标识牌显示“接触隔离”拼音缩写(JCGL),大小为 6.5 cm×2.5 cm,干预后床旁标识牌上内容涉及 MDRO 接触隔离方式(单间或床旁),戴手套、手卫生、穿隔离衣的图示及文字,大小为 9 cm×14 cm。(4)感染防控专职人员和临床医

生讨论决定新增检查检验单标识。检查检验单上增加病原体描述，包括“无、多重耐药菌、特殊病原体”3 个选项，医生开具检查检验单时必须勾选病原体情况，转科交接单和手术申请单上也必须勾选 MDRO 携带情况。信息科人员负责将相关内容嵌入医生工作站。(5)编制下发《隔帘窗帘集中清洗消毒制度》，根据风险等级明确全院各科室隔帘窗帘清洗频率，感染防控护士负责落实科室隔帘窗帘清洗工作，感染防控专职人员定期查看清洗记录，并督导未落实科室及时清洗。(6)督查与考核。超声、放射、手术室等医技辅助科室及临床转科患者接收科室责任医生/护士普查相关单据 MDRO 填写情况，如未填写或填写错误及时反馈至感染控制科，由感染控制科专职人员进行情况核实，如确实存在问题将一对一进行培训教育并纳入质量考核。手卫生暗访的结果也纳入质量考核。措施对比见表 1。

表 1　干预前后 MDRO 防控措施对比

Table 1　Comparison of MDRO prevention and control measures before and after intervention

项目	措施	干预前	干预后
人员培训	MDRO 防控知识专项培训	有	优化
手卫生	志愿者进行手卫生暗访调查	无	有
新增 MDRO 感染/定植患者	电话或现场提醒下达接触隔离医嘱	有	有
MDRO 患者处置			
隔离方式	床旁、区域、单间	有	有
隔离标识	床旁标识	有	优化
	病历夹标识	无	有
	腕带标识	有	有
	检查检验单标识	无	有
	转科交接单标识	无	有
	手术申请单标识	无	有
相关设施	床旁速干手消毒剂	有	有
	床旁黄色垃圾桶	有	有
环境物体表面消毒	环境、地面、物体表面消毒：含有效氯 500～1 000 mg/L 的消毒剂，至少 3 次/d；	有	有
	不专用物品(如轮椅、担架、监护仪等)一用一 消毒；	有	有
	隔帘窗帘集中清洗消毒制度	无	有
患者出院	终末消毒，被服等织物用一次性水溶性防感染医用织物处置袋在患者床边密闭收集	有	有

1.3　模型构建[10]

1.3.1　负二项回归　采用负二项回归评价干预措施对每季度 MDRO 感染发病率的影响。回归模型具体如下：$\log(y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon + \log(n_i)$

其中，因变量 y_i 为每季度的感染例数；n_i 为每季度的住院患者例数，将其自然对数 $\log(n_i)$ 纳入模型作为偏移项(offset)，以校正各季度住院基数差异，模型拟合指标为 MDRO 感染发病率；β_0 为常数项，即干预前的截距，表示实施多学科 MDRO 防控措施前的基线水平。以多学科协作措施实施时间(2023 年第 1 季度)作为干预分界点，自变量包括：X_1 为时间变量，取值依次为 1～24；X_2 为干预变量，干预前(2023 年第 1 季度之前)取值为 0，干预后(2023 年第 1 季度及之后)取值为 1；X_3 为干预后时间变量(干预前为 0，干预后依次为 1～12)；X_4 为已知原因的异常值，异常值出现时点设置为 1，其余时点设置为 0，见表 2。由于 2023 年第 1 季度重庆市新型冠状病毒感染(新冠)疫情不再实行封控管理，该季度危急重症患者比例较高，因此出现 MDRO 感染发病率异常升高的现象。β_1 为干预前的变化趋势，即干预前斜率；β_2 为干预实施后感染发病率的瞬时水平变化，用于评价干预措施的短期效应；β_3 为干预前后斜率改变差值，用于评价干预措施的长期效应；$(\beta_1 + \beta_3)$ 为干预后斜率，即干预措施实施后的变化趋势；β_4 为疫情解封后住院患者重症比例大引起的水平改变量，即在干预之后有无异常值时的截距之差；ε 为随机误差项。通过似然比检验(like-

lihood ratio test，LRT)对过度离散特征进行判定。分段回归模型参数采用发病率比值(incidence rate ratio，IRR)，*IRR* = exp(系数)。

表 2 ITS 分析自变量设置

Table 2 Setting of independent variables for ITS analysis

时间	住院患者例数(例)	MDRO 感染患者例数(例)	MDRO 感染发病率(%)	X_1	X_2	X_3	X_4
2020 年 1 季度	18 385	57	0.31	1	0	0	0
2020 年 2 季度	28 233	128	0.45	2	0	0	0
2020 年 3 季度	30 220	132	0.44	3	0	0	0
2020 年 4 季度	30 223	115	0.38	4	0	0	0
2021 年 1 季度	29 276	125	0.43	5	0	0	0
2021 年 2 季度	29 125	140	0.48	6	0	0	0
2021 年 3 季度	29 415	173	0.59	7	0	0	0
2021 年 4 季度	27 470	138	0.50	8	0	0	0
2022 年 1 季度	27 575	121	0.44	9	0	0	0
2022 年 2 季度	28 500	133	0.47	10	0	0	0
2022 年 3 季度	27 182	126	0.46	11	0	0	0
2022 年 4 季度	17 041	70	0.41	12	0	0	0
2023 年 1 季度	28 014	184	0.66	13	1	1	1
2023 年 2 季度	31 521	158	0.50	14	1	2	0
2023 年 3 季度	32 665	154	0.47	15	1	3	0
2023 年 4 季度	32 243	128	0.40	16	1	4	0
2024 年 1 季度	32 874	107	0.33	17	1	5	0
2024 年 2 季度	34 899	123	0.35	18	1	6	0
2024 年 3 季度	35 008	153	0.44	19	1	7	0
2024 年 4 季度	33 934	131	0.39	20	1	8	0
2025 年 1 季度	32 986	97	0.29	21	1	9	0
2025 年 2 季度	35 456	141	0.40	22	1	10	0
2025 年 3 季度	36 229	141	0.39	23	1	11	0
2025 年 4 季度	35 366	123	0.35	24	1	12	0

1.3.2 线性回归 构建线性分段回归模型，分析干预措施作用的水平改变和斜率改变，模型如下：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon,$$

其中，Y 为因变量，即每季度的 MDRO 感染发病率，自变量 X_1、X_2、X_3、X_4 的取值同负二项回归。β_0、β_1、β_2、β_3、β_4 的含义同上。敏感性分析采用 *Newey-West* 标准误。残差正态性分析采用 *Shapiro-Wilk* 检验。时间序列自相关性采用 *Durbin-Watson* 检验(序列的 1 阶自相关情况，*DW* 值为 0～4。若 *DW* 值接近 2，提示序列数据无自相关，可采用最小二乘估计拟合线性回归模型)、*Breusch-Godfrey* 检验($P \geqslant 0.05$ 表示无自相关)、残差自相关图和偏自相关图判断。

1.4 统计分析 应用 WPS 表格建立数据库，应用 Stata14.0 软件进行统计分析与绘图，检验水准 $\alpha = 0.05$。

2 结果

2.1 负二项回归 ITS 负二项回归分析结果显示，干预措施实施前，MDRO 感染发病率每季度上升 1.63%(*IRR* = 1.016 3，95%*CI*：0.994 8～1.038 2，$P = 0.139$)，但差异无统计学意义。干预后，感染发病率短期内下降 5.46%(*IRR* = 0.945 4，95%*CI*：

0.760 2～1.175 6，P = 0.613），但无显著即时效应。长期效应方面，干预后感染发病率每季度下降 4.04%（IRR = 0.959 6，95%CI：0.930 4～0.989 8，P = 0.009），干预措施改变了季度感染发病率的时间趋势。新冠疫情解封初期，感染发病率上升 44.97%（IRR = 1.449 7，95%CI：1.111 8～1.890 4，P = 0.006），感染风险约为其他季度的 1.45 倍。见表 3。LRT 结果显示 P = 0.008，满足负二项回归建模条件。干预前后感染发病率实际值与估计值的时间序列图见图 1。

表 3　负二项回归模型参数

Table 3　Parameters of the negative binomial regression model

变量	系数	IRR	95%CI	标准误	Z	P
常数项	β_0	0.004 0	0.003 5～0.004 7	0.000 3	－68.940	＜0.001
X_1	β_1	1.016 3	0.994 8～1.038 2	0.011 1	1.480	0.139
X_2	β_2	0.945 4	0.760 2～1.175 6	0.105 1	－0.510	0.613
X_3	β_3	0.959 6	0.930 4～0.989 8	0.015 1	－2.610	0.009
X_4	β_4	1.449 7	1.111 8～1.890 4	0.196 3	2.740	0.006

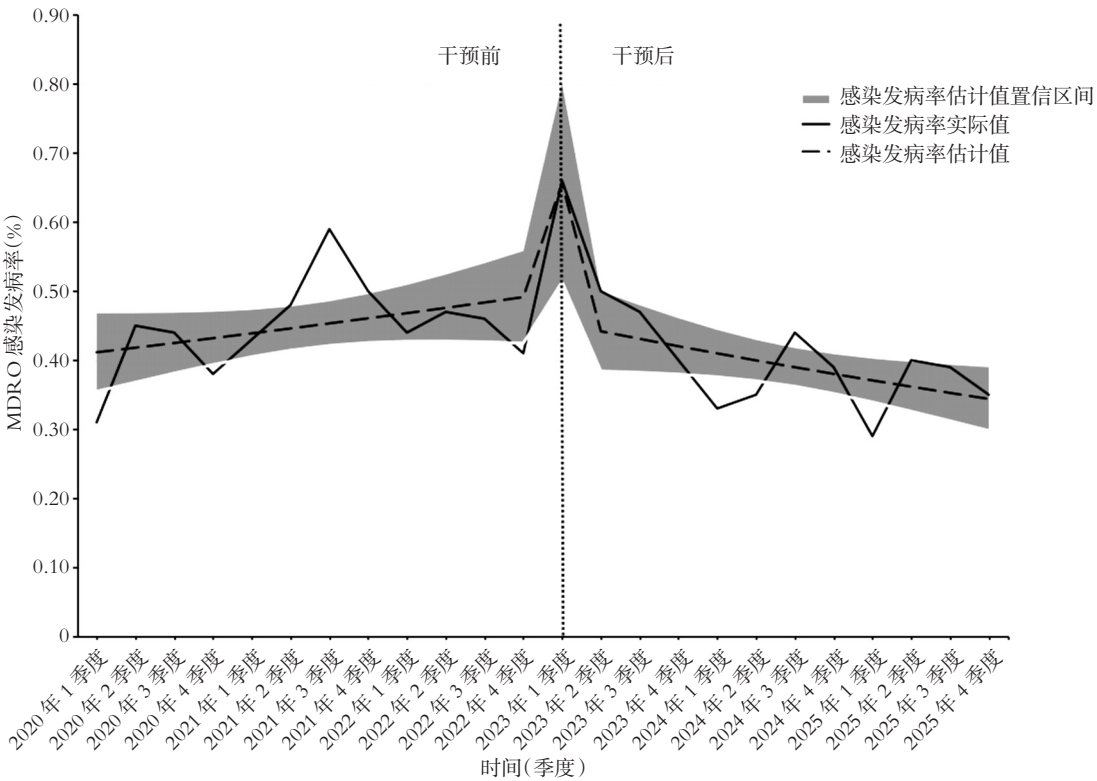


图 1　基于负二项回归模型的干预前后感染发病率的实际值与估计值比较

Figure 1　Comparison of actual and estimated infection incidence rates before and after the intervention based on the negative binomial regression model

2.2　线性回归 ITS　线性回归结果显示，干预前，MDRO 感染发病率每季度平均上升约 0.007 1%，但差异不具有统计学意义（P＞0.05）；干预短期内使季度感染发病率下降了 0.023 1%，但差异无统计学意义（P＞0.05）；干预前后感染发病率的斜率改变为－0.017 2，结合干预前斜率 0.007 1，干预后斜率 = 0.007 1 +（－0.017 2）= －0.010 1，即干预后感染发病率每季度下降 0.010 1%，差异有统计学意义（P＜0.05）。由于新冠疫情解封初期住院患者重症比例增加，引起的水平改变量的参数估计值为 0.207 6（P＜0.05），即在出现异常值期间，MDRO 季度感染发病率增加了 0.207 6%。敏感性分析的结果同前，见表 4。干预前后感染发病率实际值与估计值的时间序列图见图 2。

残差正态性分析中，*Shapiro-Wilk* 检验结果显示残差符合正态分布（W：0.951 4，V：1.312 0，*Z*：0.554 0，*P* = 0.290）。残差自相关检验中，(1)*Durbin-Watson* 检验：*DW* 统计量 = 1.539 0，接近 2，提示无显著 1 阶自相关；(2)*Breusch-Godfrey* 检验：最小 *P* = 0.089，差异均无统计学意义，见表 5；(3)残差自相关图和偏自相关图：偏自相关图中滞后 2 阶接近置信带边界外，边缘显著，其余各阶均在 95%*CI* 内，残差不存在显著的序列自相关，见图 3、4。

表 4　ITS 分段回归模型参数估计

Table 4　Parameter estimates of the segmented regression model for ITS analysis

变量	系数	最小二乘法			*Newey-West* 标准误（滞后 2 阶）			*Newey-West* 标准误（滞后 4 阶）		
		标准误	*t*	*P*	标准误	*t*	*P*	标准误	*t*	*P*
常数项	0.400 8	0.037 3	10.750	<0.001	0.035 6	11.250	<0.001	0.036 3	11.040	<0.001
X_1	0.007 1	0.005 1	1.390	0.179	0.005 1	1.380	0.185	0.005 3	1.340	0.198
X_2	−0.023 1	0.055 2	−0.420	0.681	0.062 5	−0.370	0.716	0.061 6	−0.370	0.713
X_3	−0.017 2	0.007 7	−2.230	0.038	0.006 7	−2.550	0.020	0.005 3	−3.260	0.004
X_4	0.207 6	0.072 1	2.880	0.010	0.040 1	5.180	<0.001	0.030 8	6.750	<0.001

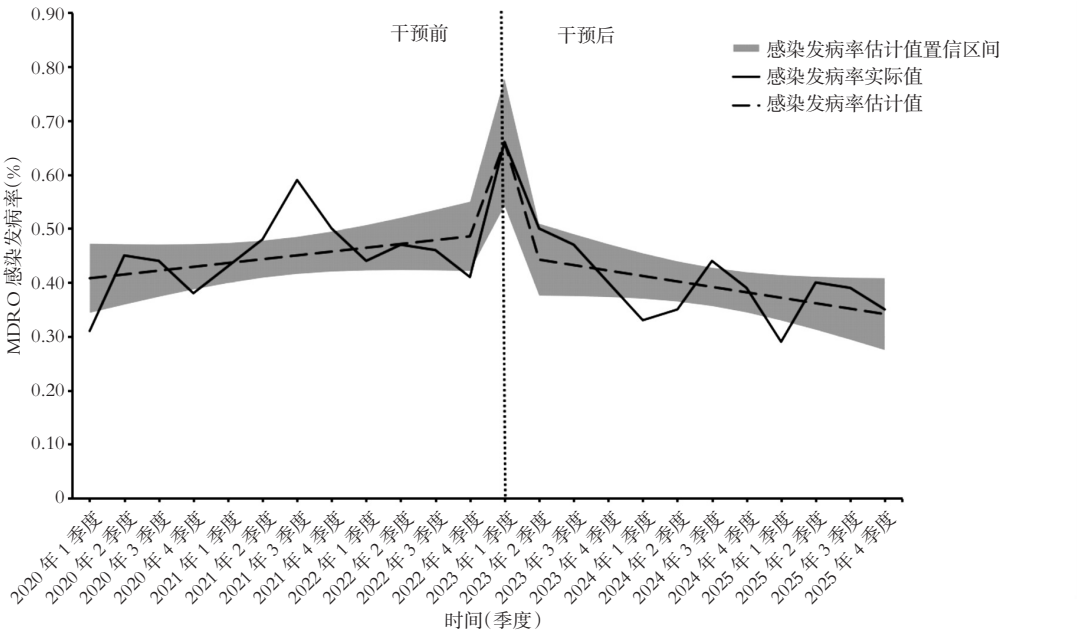


图 2　基于线性分段回归模型的干预前后 MDRO 感染发病率的实际值与估计值比较

Figure 2　Comparison of actual and estimated MDRO infection incidence rates before and after the intervention based on the linear segmented regression model

表 5　*Breusch-Godfrey* 检验

Table 5　*Breusch-Godfrey* test

滞后期	*LM*	自由度	*P*
1	0.705	1	0.401
2	4.829	2	0.089
3	4.830	3	0.185
4	5.441	4	0.245

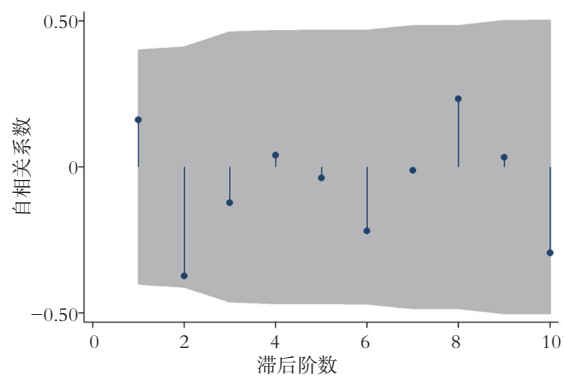


图 3　残差自相关图

Figure 3　Residual autocorrelation plot

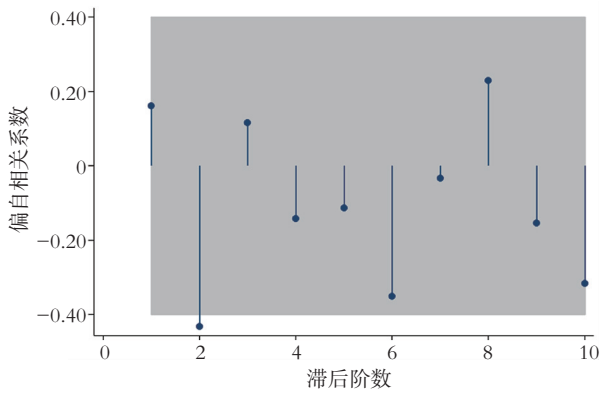


图 4　残差偏自相关图

Figure 4　Residual partial autocorrelation plot

3　讨论

MDRO 已经成为人类健康的主要威胁之一，也是医院感染防控的重点内容。本研究通过多学科协作模式，对医院现有 MDRO 防控相关措施进行了优化。既往 MDRO 感染防控干预的效果评价主要通过均衡相关影响因素，采用前后对比的方式进行，考虑到 MDRO 感染数据的时间特征，本研究引入 ITS 分段回归模型对 MDRO 多学科协作干预措施进行效果评价。负二项回归模型结果显示，多学科协作措施短期内未降低 MDRO 季度感染发病率，可能是由于干预初期存在已知的异常原因：2023 年 1 季度重庆市新冠疫情解封，该季度重症患者比例增多，感染风险增加，MDRO 季度感染发病率上升 44.97%。但长期看，干预后感染发病率每季度下降 4.04%，季度感染发病率的时间趋势改变，说明长期执行的多学科干预措施起到一定效果。这与相关研究[13-16]结论不一致，一般而言，感染防控措施启动后，短期效果显著，长期效果不明显，呈“V 字”型变化。此外，本研究拟合了线性分段回归模型，其估计的效应方向及统计学意义与负二项回归模型一致，在长期趋势和异常值分析上均具有统计学意义，进一步增强了结论的稳健性和可信度。

为弥补现有 MDRO 防控措施的不足，该医院通过多学科协作采取一系列措施，重点针对已明确感染/定植 MDRO 的患者。(1)人员培训已被证明能有效提高医务人员感染防控意识[17-18]。此前全院统一的岗前培训效果较差，科级层面的自主培训重点不突出，因此，统一全院 MDRO 防控培训内容，重点关注需要执行的内容，并不定期现场抽查。培训效果的抽查于 2023 年 1 季度开展，检查过程中对存在 MDRO 防控问题的科室，要求其该月再次进行 MDRO 防控培训，以提高医务人员对 MDRO 防控的重视程度。(2)手卫生是医院感染防控最为经济、有效的措施[19-20]，由感染防控专职人员进行的手卫生调查很难发现真实问题，依从率和正确率均较高，故开展了手卫生暗访调查，每季度将手卫生不合格情况反馈到相关科室。(3)依托信息化建设[21]丰富 MDRO 标识可帮助执行诊疗操作的人员，尤其是医技辅助等平台科室的医务人员快速识别携带 MDRO 的患者并采取相应防控措施，降低交叉感染风险。干预前放射、超声、手术室等科室的工作人员主要通过患者腕带识别携带 MDRO 的患者，但存在忘记查看腕带或腕带掉落、被遮挡的可能。转科患者主要通过查看其检验记录进行判定，但部分经管医生仍可能重点关注患者当前状态，忽略之前检验结果。因此，针对标识不显著的现状，增大床旁标识牌面积，新增病历夹、检查检验单、手术申请单及转科交接等标识，结合医院感染实时监控系统中明确携带 MDRO 的患者信息，感染防控专职人员现场督导过程中能迅速发现防控措施落实中的问题。(4)医院感染管理质量考核是推动感染防控措施落实的必要方式[22]。本研究在多部门协作下开展 MDRO 防控相关工作，每月对相关措施依从性进行督查考核，保证了措施的有效落实。(5)环境污染是引起 MDRO 感染的原因之一[23-24]。干预前未对隔帘窗帘的清洗消毒提出明确要求，干预措施补充了隔帘窗帘集中清洗消毒制度，要求结合科室感染风险程度定期进行隔帘窗帘清洗。总而言之，干预前 MDRO 防控措施的落实由临床科室主导，感染防控专职人员督导，缺乏快速有效的识别方式，放射、超声、手术室等科室参与度有限，此状态下感染发病率每季度上升 1.63%($P>0.05$)；长期评估结果显示，感控科牵头、多部门主动参与的多学科措施实施后，MDRO 感染发病率每季度下降 4.04%，且措施成本较低，具备可复制性。

本研究存在以下不足：(1)仅包含单中心结果。(2)干预措施未涉及抗菌药物使用引发 MDRO 的相关改进。该院 2026 年 2 季度抗菌药物管理系统已全面运行，未来将对不合理用药情况进行提醒并继续观察 MDRO 感染变化情况。(3)未对保洁人员进行床单元等环境清洁消毒的强化培训，也未涉及患者家属的宣教。(4)虽然现有床旁标识较干预前更明显，但实施过程中发现仍存在被床旁餐桌遮挡或扯掉的可能，因此，今年已在病房入口显示牌和

患者床头电子显示屏上增加了 MDRO 接触隔离标识，以进一步提高 MDRO 检出患者的识别度，并继续观测此举措对 MDRO 感染防控的效果。

综上所述，长远来看，多学科协作措施可改善 MDRO 感染情况，为保证措施落实的有效性，需持续进行督导检查和质量考核管理，持续性质量改进也是改善 MDRO 感染情况的必要条件。

作者贡献声明：杨玉娟负责统计分析与结果描述，邱菊负责数据收集，张竹君负责选题设计。所有作者均参与论文撰写。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990 - 2021: a systematic analysis with forecasts to 2050[J]. Lancet, 2024, 404(10459): 1199 - 1226.

[2] Miller W R, Arias C A. ESKAPE pathogens: antimicrobial resistance, epidemiology, clinical impact and therapeutics[J]. Nat Rev Microbiol, 2024, 22(10): 598 - 616.

[3] Uddin T M, Chakraborty A J, Khusro A, et al. Antibiotic resistance in microbes: history, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects[J]. J Infect Public Health, 2021, 14(12): 1750 - 1766.

[4] Zhen Xuemei, Lundborg C S, Sun Xueshan, et al. Economic burden of antibiotic resistance in ESKAPE organisms: a systematic review[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2019, 8: 137.

[5] Antimicrobial Resistance Collaborators. The burden of bacterial antimicrobial resistance in the WHO African region in 2019: a cross-country systematic analysis[J]. Lancet Glob Health, 2024, 12(2): e201 - e216.

[6] 凌玲，吴伟旋，孙树梅，等. 多重耐药菌医院感染直接经济负担的系统评价[J]. 中国感染控制杂志，2017，16(7)：616 - 621.
Ling Ling, Wu Weixuan, Sun Shumei, et al. Systematic evaluation on direct economic burden of healthcare-associated infection due to multidrug-resistant organisms[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(7): 616 - 621.

[7] 宋红升，王忠礼，王宇萍. 国内 ICU 多重耐药菌感染患者的疾病负担 Meta 分析[J]. 中国抗生素杂志，2024，49(4)：427 - 437.
Song Hongsheng, Wang Zhongli, Wang Yuping. Meta-analysis of disease burden in ICU patients infected with multidrug resistant bacteria in China[J]. Chinese Journal of Antibiotics, 2024, 49(4): 427 - 437.

[8] Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis[J]. Lancet, 2022, 399(10325): 629 - 655.

[9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发遏制微生物耐药国家行动计划(2022—2025 年)的通知：国卫医函〔2022〕185 号[EB/OL]. (2022 - 10 - 25)[2026 - 04 - 17]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100377/202210/97851c36609e4b768ae32f5d64b97c7d.shtml.
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on issuing the national action plan to contain antimicrobial resistance (2022 - 2025) ([2022] No. 185)[EB/OL]. (2022 - 10 - 25)[2026 - 04 - 17]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100377/202210/97851c36609e4b768ae32f5d64b97c7d.shtml.

[10] 于石成，王琦琦，毛凡，等. 中断时间序列设计及其分析方法[J]. 中华预防医学杂志，2019，53(8)：858 - 864.
Yu Shicheng, Wang Qiqi, Mao Fan, et al. The design of interrupted time series and its analytic methods[J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2019, 53(8): 858 - 864.

[11] 张华，陶立元，赵一鸣. 中断时间序列的基本理论及应用[J]. 中华儿科杂志，2019，57(7)：531.
Zhang Hua, Tao Liyuan, Zhao Yiming. Basic theory and application of interrupted time series[J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2019, 57(7): 531.

[12] 中华人民共和国卫生部. 医院感染诊断标准(试行)[J]. 中华医学杂志，2001，81(5)：314 - 320.
Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for nosocomial infections(proposed)[J]. National Medical Journal of China, 2001, 81(5): 314 - 320.

[13] Weiner-Lastinger L M, Pattabiraman V, Konnor R Y, et al. The impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on healthcare-associated infections in 2020: a summary of data reported to the National Healthcare Safety Network[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2022, 43(1): 12 - 25.

[14] Wee L E I, Conceicao E P, Tan Jingyuan, et al. Unintended consequences of infection prevention and control measures during COVID-19 pandemic[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(4): 469 - 477.

[15] Lo S H, Lin Chunyu, Hung C T, et al. The impact of universal face masking and enhanced hand hygiene for COVID-19 disease prevention on the incidence of hospital-acquired infections in a Taiwanese hospital[J]. Int J Infect Dis, 2021, 104: 15 - 18.

[16] 赵霏，周威龙，范培杨，等. 应用中断时间序列设计评估某三甲专科医院强化感控措施对医院感染发病率的影响[J]. 中国感染控制杂志，2023，22(11)：1364 - 1369.
Zhao Fei, Zhou Weilong, Fan Peiyang, et al. Effect of enhanced infection prevention and control measures on incidence of healthcare-associated infection in a tertiary first-class specialty hospital: an interrupted time-series analysis[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2023, 22(11): 1364 - 1369.

[17] Boyce J M. Hand and environmental hygiene: respective roles

for MRSA, multi-resistant gram negatives, *Clostridioides difficile*, and *Candida spp* [J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2024, 13(1): 110.

[18] Enninger A, Schmidt P, Hasan C, et al. Multidrug-resistant organisms in palliative care: a systematic review[J]. J Palliat Med, 2021, 24(1): 122-132.

[19] Ojanperä H, Kanste O I, Syrjala H. Hand-hygiene compliance by hospital staff and incidence of health-care-associated infections, Finland[J]. Bull World Health Organ, 2020, 98(7): 475-483.

[20] Lotfinejad N, Peters A, Tartari E, et al. Hand hygiene in health care: 20 years of ongoing advances and perspectives [J]. Lancet Infect Dis, 2021, 21(8): e209-e221.

[21] Hur E Y, Jin Y J, Jin T X, et al. Development and evaluation of the automated risk assessment system for multidrug-resistant organisms (autoRAS-MDRO)[J]. J Hosp Infect, 2018, 98(2): 202-211.

[22] WS/T 860—2025 医疗机构重点部门感染预防与控制通用标准[S].
WS/T 860-2025 General standard for infection prevention and control of departments with high infection risk in healthcare facilities[S].

[23] Woźniak A, Janc J, Łysenko L, et al. How to defeat multi-drug-resistant bacteria in intensive care units. a lesson from the COVID-19 pandemic. prevention, reservoirs, and implications for clinical practice[J]. Int J Med Sci, 2024, 21(3): 530-539.

[24] Deshpande A, Dunn A N, Fox J, et al. Monitoring the effectiveness of daily cleaning practices in an intensive care unit (ICU) setting using an adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay[J]. Am J Infect Control, 2020, 48(7): 757-760.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：杨玉娟，邱菊，张竹君. 多学科协作对多重耐药菌感染控制的效果评价——基于中断时间序列分析的分段回归模型[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(11)：1691-1699. DOI：10.12138/j.issn.1671-9638.20264682.

Cite this article as: Yang Yujuan, Qiu Ju, Zhang Zhujun. Evaluation of the effectiveness of multidisciplinary collaboration in the control of multidrug-resistant organism infections: a segmented regression model based on interrupted time series analysis[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(11): 1691-1699. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20264682.