

2019–2021 年京津冀地区季节性流感流行强度评估

黄硕¹ 林胜红^{1,2} 张翠红¹ 耿梦杰¹ 林帆¹ 郭玉清¹ 邓源¹ 郑建东¹ 王丽萍¹

¹中国疾病预防控制中心传染病管理处/传染病监测预警重点实验室,北京 102206;

²军事医学研究院微生物流行病学研究所,北京 100071

通信作者:王丽萍,Email:wanglp@chinacdc.cn

【摘要】 目的 从城市群视角探讨移动流行区间法(MEM)评估季节性流感(流感)流行强度的可行性,评估 2019–2021 年京津冀地区流感流行强度,并对监测指标可靠性进行评价。方法 收集 2011–2021 年京津冀地区每周的流感报告发病率(IR)和流感样病例百分比(ILI%)数据分别建立 MEM 模型,评价模型拟合效果和两种数据可靠性,建立最优模型评估 2019–2021 年京津冀地区流感流行强度。模型筛选使用交叉验证法,模型评价指标为约登指数、灵敏度和特异度。结果 无论在京津冀地区层面还是省(市)层面,基于 ILI%的拟合模型的约登指数均高于基于 IR 的拟合模型。基于 ILI%建立的 MEM 模型显示,京津冀地区 2019–2020 年流行开始阈值为 4.42%,流行结束阈值为 4.66%,中、高和极高流行强度阈值分别为 5.38%、7.22% 和 7.84%。全年流行期共 10 周(2019 年第 50 周至 2020 年第 7 周),其中,自 2019 年第 50 周进入流行期后,连续 6 周在中流行强度水平上下波动,并于 2020 年第 4 周进入高流行强度,第 5 周突破极高流行强度阈值,此后流行强度逐渐减弱,直至第 8 周跌破流行阈值(流行期结束);2020–2021 年流行开始阈值为 4.29%,流行结束阈值为 4.35%,全年流感活动始终未突破流行阈值,无流行期出现。结论 MEM 模型可在京津冀地区流感流行强度评估中应用,且使用 ILI%评估流行强度较 IR 数据更为可靠。京津冀地区流感流行强度在 2019–2020 年较高,2020–2021 年显著降低。

【关键词】 季节性流感; 移动流行区间法; 流行强度

基金项目:国家自然科学基金(91846302);国家科技重大专项(2018ZX10713001-001)

Assessment of intensity of seasonal influenza activity in Beijing-Tianjin-Hebei region, 2019-2021

Huang Shuo¹, Lin Shenghong^{1,2}, Zhang Cuihong¹, Geng Mengjie¹, Lin Fan¹, Guo Yuqing¹, Deng Yuan¹, Zheng Jiandong¹, Wang Liping¹

¹Division of Infectious Disease, Key Laboratory of Surveillance and Early Warning on Infectious Disease, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China; ²Institute of Microbiology and Epidemiology, Academy of Military Medical Science, Beijing 100071, China

Corresponding author: Wang Liping, Email: wanglp@chinacdc.cn

【Abstract】 **Objective** To explore the feasibility of moving epidemic method (MEM) in the assessment of seasonal influenza (influenza) activity intensity from the perspective of urban agglomeration, assess influenza activity intensity in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2019 to 2021 and evaluate the reliability of surveillance data and the effectiveness of the MEM model application. **Methods** The weekly reported incidence rate (IR) of influenza and the percentage of

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20220909-00773

收稿日期 2022-09-09 本文编辑 斗智

引用格式:黄硕,林胜红,张翠红,等. 2019-2021 年京津冀地区季节性流感流行强度评估[J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(3): 438-444. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220909-00773.

Huang S, Lin SH, Zhang CH, et al. Assessment of intensity of seasonal influenza activity in Beijing-Tianjin-Hebei region, 2019-2021[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(3):438-444. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220909-00773.



influenza-like illness (ILI%) from 2011-2021 in Beijing-Tianjin-Hebei region were collected to establish MEM models respectively. The model fitting effect and the reliability of the two data were evaluated for the purpose of establishing an optimal model to assess the influenza activity intensity in Beijing-Tianjin-Hebei region from 2019-2021. A cross-validation procedure was used to evaluate the performance of the models by calculating the Youden's index, sensitivity and specificity. **Results** The MEM model fitted with weekly ILI% had a higher Youden's index compared with the model fitted with weekly IR at both Beijing-Tianjin-Hebei region level and provincial level. The MEM model based on ILI% showed that the epidemic threshold in Beijing-Tianjin-Hebei region during 2019-2020 was 4.42%, the post-epidemic threshold was 4.66%, with medium, high and very high intensity thresholds as 5.38%, 7.22% and 7.84%, respectively. The influenza season during 2019-2020 had 10 weeks (week 50 of 2019 to week 7 of 2020). The influenza season started in week 50 of 2019, and the intensity fluctuated above and below medium epidemic level for six consecutive weeks. The high intensity was observed in week 4 of 2020, the threshold of very high intensity was exceeded in week 5, and the intensity gradually declined and became lower than the threshold at the end of the influenza season in week 8. The epidemic threshold was 4.29% and the post-epidemic threshold was 4.35% during 2020-2021. Influenza activity level never exceeded the epidemic threshold throughout the year, and no epidemic period emerged. **Conclusions** The MEM model could be applied in the assessment of influenza activity intensity in Beijing-Tianjin-Hebei region, and the use of ILI% to assess influenza activity intensity in this region was more reliable than IR data. Influenza activity intensity in Beijing-Tianjin-Hebei region was higher during 2019-2020 but significantly lower in 2020-2021.

【Key words】 Seasonal influenza; Moving epidemic method; Activity intensity

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (91846302); National Science and Technology Major Project of China (2018ZX10713001-001)

季节性流感(流感)疾病负担严重,据估计,我国每年流感样病例超额门诊/急诊就诊者约300万例,并有234万例严重急性呼吸道感染住院以及9万例呼吸系统疾病超额死亡^[1]。准确评估流感流行强度,对流感疫苗接种、医疗资源准备、非药物干预策略制定等十分关键。目前国内缺乏定量指标判断流感流行期和流行强度,且对于流感报告发病率(IR)和流感样病例百分比(ILI%)亦缺乏定量指标进行评价,尚不清楚哪种数据用于流感评估和预警更为可靠^[2]。Vega等^[3]在2013年提出了移动流行区间法(MEM)用于建立流感流行阈值,后将该方法用于评估流感流行强度^[4],已经在欧洲、美国等国家和地区得到了广泛应用^[4-7]。WHO在2017年将该方法写入了评估流感严重程度的指导性文件^[8]。国内也有学者使用MEM模型开展了流感流行阈值制定和流行强度评估的探索^[9-11],但未见以城市群为单位的分析研究。我国“十四五”规划和2035年远景目标明确提出要以促进城市群发展为抓手,推动我国城镇化空间格局的完善^[12],京津冀地区作为我国北方经济中心城市群,人口和社会活动聚集,加速流感的传播。本研究以京津冀地区流感监测数据为基线,从城市群视角探讨采用MEM评估流感流行强度的可行性,评估

2019-2021年京津冀地区流感流行强度,并对监测指标可靠性进行评价,为京津冀地区和更多城市的流感流行阈值制定和流行强度评估提供参考。

资料与方法

1. 资料来源:中国传染病信息报告管理系统和中国流感监测信息系统2011-2021年京津冀地区每周IR和ILI%数据。根据京津冀地区流感流行的特点^[9,13-14],每年的第40周至次年第39周定义为1个完整的流感监测年份。

2. 研究方法:

(1)MEM基本原理及建模步骤:MEM模型根据流感监测历史数据建模,计算分级强度阈值,从而对目标监测年份流感流行状况和强度进行评估^[3-4]。

①流感流行期的划分:基于专业知识确定流感监测年份的起始时间,并根据流感监测指标最大累积和百分比(maximum accumulated rates percentage, MAP)函数划分流行前期、流行期和流行后期。MAP曲线反映了连续 r 周监测指标MAP的变化情况,随着 r 增大,MAP曲线不断呈上升趋势,但趋势减缓。

$$p_j^r = \frac{t_j^r}{t_j^s}$$

$$t_j^r = \max_{k=1, \dots, S-r+1} \left\{ \sum_{i=k}^{k+r-1} t_{i,j} \right\}$$

$$t_j^s = \sum_{i=1}^S t_{i,j}$$

式中, p_j^r 为第 j 个监测年份连续 r 周的监测指标累积和占总累积和的相对最大值, t_j^r 为第 j 个监测年份连续 r 周的监测指标累积和的相对最大值, t_j^s 为第 j 个监测年份监测指标的总累积和, $t_{i,j}$ 为第 j 个监测年份第 i 周的监测指标, S 为第 j 个监测年份的总周数, k 为连续 r 周的起始周, $k+r-1$ 为连续 r 周的结束周。

MEM 模型利用经验参数 δ 来确定流行期长度, 具体过程: 先对函数 p_j^r 做平滑处理得到函数 \tilde{p}_j^r , 从而减小周监测指标不稳定性的影响; 然后比较连续 $r+1$ 周和连续 r 周的增量 $\Delta\tilde{p}_j^r$, 当 $\Delta\tilde{p}_j^r$ 首次 $< \delta$ 时, 对应的 r 值即为流行期长度。Vega 等^[3] 推荐的 δ 取值范围为 2.0%~4.0%, 并建议选择模型灵敏度和特异度最优时的值。因此, 本研究采用凑试法, 在 2.0%~4.0% 之间以 0.1% 为间隔, 选择约登指数最大时 (约登指数相同时, 优先选择灵敏度更高的参数; 若均相同, 选择 δ 最小者) 的 δ 作为最优参数。本研究仅展示采用最优参数时的分析结果。

② 计算流感流行阈值: 利用上述步骤划分的流行前期和流行后期的监测指标值计算流行开始和结束阈值。选择各流行前期中监测指标最大的 n 个值纳入分析 ($n=30/N$, N 为纳入分析的监测年份数, 取值范围为 5~10^[4]), 因本研究涉及多次建模, N 实际取值范围为 6~9), 计算这些值的算术均数的单侧 95%CI, 将 CI 的上限作为流行开始阈值。同理, 利用各流行后期数据计算流行结束阈值。

③ 计算各流感流行强度阈值: 利用第①步划分的流行期的监测指标值计算中、高和极高流行强度阈值。选择各流行期监测指标最大的 n 个值纳入分析 ($n=30/N$), 计算这些值的几何均数的单侧 50%CI、90%CI 和 95%CI, 将此 3 个 CI 上限依次作为中、高和极高流行强度阈值。

(2) 流感流行强度的定义: 基于上述步骤得到了流感流行开始、结束阈值以及中、高和极高流行强度阈值, 即可对目标监测年份流感流行强度进行评估。

① 基线流行强度: 周监测指标值 \leq 流行开始/结束阈值; ② 低流行强度: 流行开始阈值 $<$ 周监测指标

值 \leq 中流行强度阈值; ③ 中流行强度: 中流行强度阈值 $<$ 周监测指标值 \leq 高流行强度阈值; ④ 高流行强度: 高流行强度阈值 $<$ 周监测指标值 \leq 极高流行强度阈值; ⑤ 极高流行强度: 极高流行强度阈值 $<$ 周监测指标值。

(3) 模型评价: 以 MEM 模型划分的流行期为依据, 比较实际监测获得的周监测指标值与模型运行获得的流行阈值, 计算灵敏度、特异度和约登指数, 对模型进行评价验证。

① 灵敏度=流行期内监测指标值大于流行开始阈值 (峰值前) 和流行结束阈值 (峰值后) 的周次数/流行期包括的总周次数 $\times 100\%$; ② 特异度=非流行期内监测指标值小于流行开始阈值 (峰值前) 和流行结束阈值 (峰值后) 的周次数/非流行期包括的总周次数 $\times 100\%$; ③ 约登指数=灵敏度+特异度-100%。

3. 统计学分析: 运用 Excel 2016 软件建立流感监测指标数据库, 采用 R 3.6.3 软件中的 mem 程序包进行模型构建。

结 果

1. 两种监测指标用于确定流行阈值的评价及参数 δ 值的选择:

(1) 基于 IR: 在京津冀地区层面拟合 2011-2019 年数据, 参数 δ 值设为 2.7 时模型最优, 约登指数、灵敏度和特异度分别为 19.46%、25.10% 和 94.36%; 拟合 2011-2020 年数据, 参数 δ 值设为 2.1 时模型最优, 约登指数、灵敏度和特异度分别为 24.51%、29.59% 和 94.92%。同理, 在京津冀省 (市) 层面选择最优参数 δ , 北京市均为 2.0, 天津市分别为 2.1 和 2.0, 河北省分别为 2.0 和 2.1。见表 1。

(2) 基于 ILI%: 在京津冀地区层面拟合 2011-2019 年数据, 参数 δ 值设为 2.2 时模型最优, 约登指数、灵敏度和特异度分别为 64.58%、70.13% 和 94.45%; 拟合 2011-2020 年数据, 参数 δ 值设为 2.0 时模型最优, 约登指数、灵敏度和特异度分别为 69.31%、77.41% 和 91.90%。同理, 在京津冀省 (市) 层面选择最优参数 δ , 北京市均为 2.0, 天津市均为 2.0, 河北省均为 2.2。见表 1。

基于 ILI% 拟合 MEM 模型效果均明显优于基于 IR, 表明 ILI% 更适用于确定京津冀地区流感流行阈值和开展流行强度评估。因此, 本研究最终采用 ILI%, 在京津冀地区层面, 选择 $\delta=2.2$ 建立 2011-2019 年模型, 以评估 2019-2020 年京津冀地

表 1 最优参数设置条件下的基于 IR 和 ILI% 的建模效果评价

地区	年份	基于 IR				基于 ILI%			
		最优 δ 值	约登指数 (%)	灵敏度 (%)	特异度 (%)	最优 δ 值	约登指数 (%)	灵敏度 (%)	特异度 (%)
京津冀地区	2011-2019	2.7	19.46	25.10	94.36	2.2	64.58	70.13	94.45
	2011-2020	2.1	24.51	29.59	94.92	2.0	69.31	77.41	91.90
北京市	2011-2019	2.0	19.84	25.79	94.05	2.0	56.96	62.76	94.20
	2011-2020	2.0	27.39	32.49	94.90	2.0	59.96	65.65	94.31
天津市	2011-2019	2.1	31.15	36.95	94.20	2.0	75.45	87.41	88.04
	2011-2020	2.0	28.63	33.74	94.89	2.0	76.49	86.47	90.02
河北省	2011-2019	2.0	33.21	38.93	94.28	2.2	64.53	74.47	90.06
	2011-2020	2.1	41.65	47.23	94.42	2.2	64.76	73.01	91.75

注:IR:流感报告发病率;ILI%:流感样病例百分比

区流感流行强度,选择 $\delta=2.0$ 建立 2011-2020 年模型,以评估 2020-2021 年京津冀地区流感流行强度;在京津冀省(市)层面,按照相同的原则分别选择最优参数构建模型。

2. 验证建模效果并建立最优模型:基于历史数据,使用交叉验证法,对建立的模型效果进行验证。结果显示,京津冀地区层面两模型的 2015-2016 和 2016-2017 年约登指数均较低,提示这两年数据相对于其他年份可能属于异常值,在构建流行阈值时需要谨慎纳入。但予以剔除调整后,历史年份拟合效果反而有所下降,最终仍以包含 2015-2016 年和 2016-2017 年的数据建立最优模型评估流感流行强度。同理,对京津冀省(市)层面建立的模型进行验证调整。见表 2。

3. 流感流行强度评估:

(1) 京津冀地区层面:

① 2019-2020 年流行强度:模型估计 2019-

2020 年流行开始阈值为 4.42%, 流行结束阈值为 4.66%, 中、高和极高流行强度阈值分别为 5.38%、7.22% 和 7.84%。基于此,对流行强度进行评估,显示在 2019 年第 50 周至 2020 年第 7 周处于流感流行阶段,流行期共 10 周。其中,2019 年第 50 周进入流行阶段后,连续 6 周在中流行强度水平上下波动,并于 2020 年第 4 周进入高流行强度并继续增强,第 5 周突破极高流行强度阈值,此后流行强度逐渐减弱,直至第 8 周跌破流行阈值,流行期结束。见图 1。

② 2020-2021 年流行强度:模型估计 2020-2021 年流行开始阈值为 4.29%, 流行结束阈值为 4.35%, 中、高和极高流行强度阈值分别为 5.71%、7.65% 和 8.31%。基于此,对流行强度进行评估,显示这段时期京津冀地区各周 ILI% 均低于 4.29%, 流感活动始终未突破流行阈值,无流行期出现。见图 2。

表 2 京津冀地区模型调整前后的各历史年份效果评价

年份	模型 1						模型 2					
	约登指数 (%)		灵敏度 (%)		特异度 (%)		约登指数 (%)		灵敏度 (%)		特异度 (%)	
	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后
2011-2012	53.25	50.72	58.70	54.35	94.55	96.37	67.65	55.77	78.26	63.04	89.39	92.73
2012-2013	74.74	74.74	92.41	92.41	82.33	82.33	72.61	72.61	96.20	96.20	76.41	76.41
2013-2014	81.00	81.00	85.42	85.42	95.58	95.58	78.89	81.00	85.42	85.42	93.47	95.58
2014-2015	58.55	58.55	61.63	61.63	96.92	96.92	58.98	58.55	63.95	61.63	95.03	96.92
2015-2016	23.60	-	23.60	-	100.00	-	23.60	-	23.60	-	100.00	-
2016-2017	0.00	-	0.00	-	100.00	-	0.00	-	0.00	-	100.00	-
2017-2018	79.54	79.54	87.92	87.92	91.62	91.62	81.21	79.54	91.28	87.92	89.93	91.62
2018-2019	90.11	90.11	95.76	95.76	94.35	94.35	83.65	83.65	95.76	95.76	87.89	87.89
2019-2020	-	-	-	-	-	-	89.04	85.87	93.97	89.45	95.07	96.42
合计	64.58	75.97	70.13	83.10	94.45	92.87	69.31	76.63	77.41	85.64	91.90	90.99

注:模型 1:基于 2011-2019 年数据评估 2019-2020 年流感流行强度;模型 2:基于 2011-2020 年数据评估 2020-2021 年流感流行强度;-:数据被剔除或未纳入分析

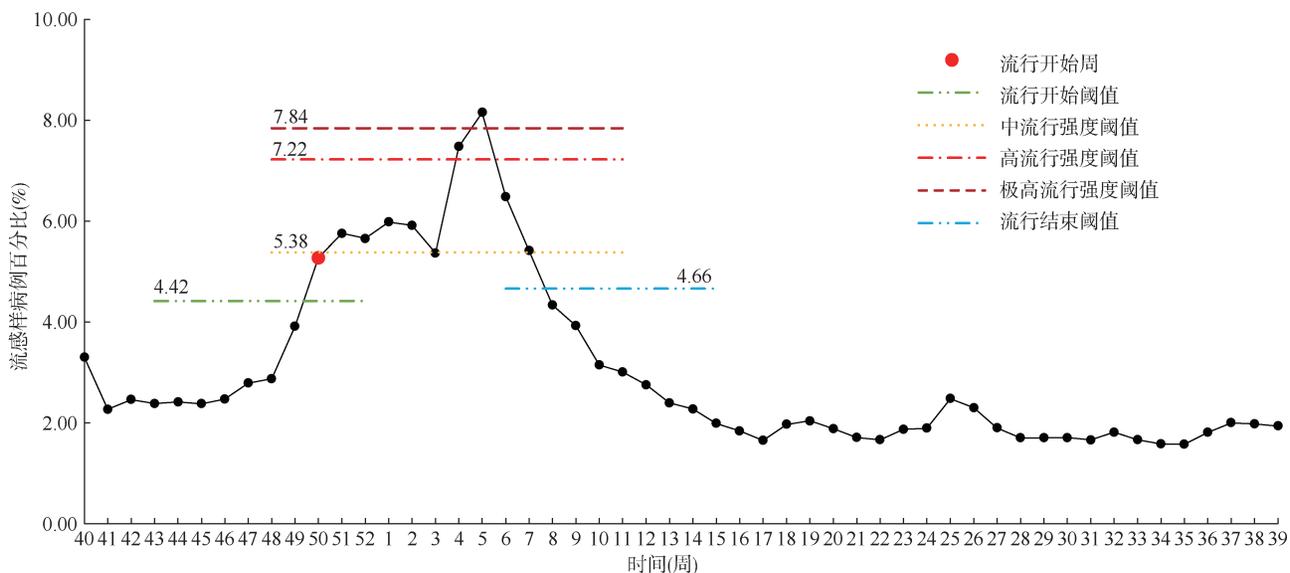


图1 2019-2020年京津冀地区季节性流感流行强度评估

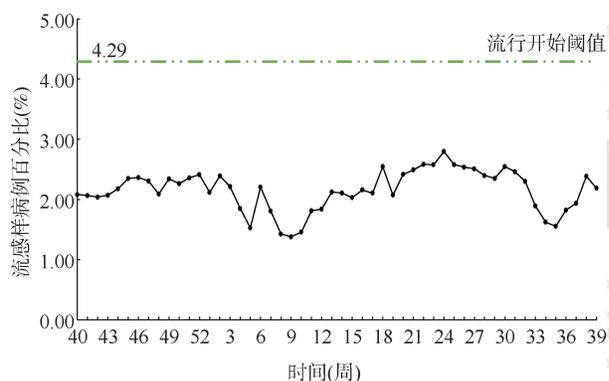


图2 2020-2021年京津冀地区季节性流感流行强度评估

行强度,北京市和天津市未达到流行水平。见表3。

讨论

流感是全球重要的公共卫生问题之一,积极开展监测预警是掌握流行趋势、指导防控措施的重要工作。我国的流感监测包括基于中国传染病信息报告管理信息系统和中国流感监测信息系统的流感样病例和流感病原学监测,监测指标主要有IR、ILI%和流感病毒阳性检出率(PR)等。这些监测指标为开展流行强度评估和预测预警提供了数据支撑,而MEM模型作为一种专为流感开发的方法,原理简单、可操作性强,能够客观精细地评估流感流行强度^[15]。

MEM模型能够计算约登指数等指标,直接评估模型的拟合效果,可用于监测指标的定量评价,比较不同监测数据的可靠性。本研究利用IR和ILI%两种数据进行建模,结果显示,基于IR建立的

(2)京津冀省(市)层面:整体上,京津冀地区流感均呈现冬春季流行模式,其中北京市流行期最短,河北省流行期最长,2020-2021年北京市和天津市未出现流行期。从峰值所处流行水平看,京津冀地区在2019-2020年均达到了中等及以上流行强度,其中天津市和河北省更是达到了极高流行强度。2020-2021年流行强度明显下降,河北省降至低流

表3 京津冀省(市)层面流感流行强度评估情况

年份及省(市)	流行期	流行期(周)	峰值(%)	峰值流行水平
2019-2020年				
北京市	2019年第52周至2020年第5周	6	8.38	中
天津市	2019年第49周至2020年第9周	13	9.80	极高
河北省	2019年第47周至2020年第12周	18	8.17	极高
2020-2021年				
北京市	-	0	3.40	未达到流行水平
天津市	-	0	2.36	未达到流行水平
河北省	2020年第43周至2021年第6周	16	2.68	低

注:-:无流行期

模型灵敏度、特异度低,拟合效果差,一定程度上表明基于中国传染病信息报告管理系统的流感报告发病的数据可靠性不如中国流感监测信息系统的流感样病例监测,可能与流感不易明确诊断、报告数据易受报告者主观影响有关,不适宜直接用于流感流行强度评估。而基于 ILI%建立的模型合计约登指数>60.00%,高于类似研究^[16-17],说明该方法适宜在京津冀地区应用。

根据 ILI%拟合的最优模型评估 2019-2020 年流行强度,结果显示流行期持续时间为 10 周(2019 年第 50 周至 2020 年第 7 周),与徐文体等^[13]对天津市、王宇等^[18]对北京市近年流感流行期划分大体一致,ILI%峰值出现在 2020 年第 5 周,即 2019-2020 年京津冀地区的流感活动高峰起始于 12 月中旬,次年 2 月初达到极高流行强度,后终止于 2 月中下旬,表明在 2019 年 10 月底前完成流感疫苗接种的建议是适宜的,并应在整个流行期内对流感活动保持高度的警惕性,做好及时启动流感防控应急预案的准备,特别是学校、幼托机构、养老机构应当切实落实监测报告、宣传教育、消毒通风和减少聚集等干预措施。

本研究还在 2020-2021 年流行强度评估中发现每周 ILI%均低于流行开始阈值,始终未进入流行期。对比 2019-2020 年评估结果,京津冀地区流感流行强度下降十分明显,这与 Geng 等^[19]和 Feng 等^[20]在全国层面发现 2020 年新型冠状病毒感染疫情大流行期间流感活动水平显著降低相一致。限制人员流动、减少人员聚集、注重手卫生、戴口罩以及保持社交距离等非药物干预措施,可能通过切断传播途径而阻断了流感的传播^[21]。提示对于人员密集、人口流动性较大的京津冀地区,在未来流感流行期,可通过适度强化非药物干预措施(如公共场所鼓励佩戴口罩、注意手卫生和咳嗽、避免前往人员密集场所、学校适时停课等)的方式有效开展流感疫情防控。

本研究以城市群视角,从京津冀地区和省(市)两层建立 MEM 模型和评估流感流行强度,在探索 MEM 应用于城市群流感流行强度评估的基础上,比较了省(市)间的异同。从模型评估的结果上看,虽然北京市流行期较短、流行强度较低,但其 ILI%实际监测值较高,依然应当给予足够重视。这与模型的建模原理有关,各省(市)模型均为基于自身历史数据所建立,相同参数条件下,历史年份 ILI%值越高,模型阈值越大,模型对流感强度的判

断就越容易保守。提示当基于 MEM 模型比较不同地区流感流行强度时,应结合实际监测水平综合分析。本研究参考 Vega 等^[4]对欧洲多个国家流感流行强度的比较,展示了各省(市)ILI%峰值数据,可以更全面地衡量省(市)间的流感水平。需要说明的是,根据 2020 年中国传染病监测报告,北京市和天津市 ILI%报告率为 100.00%,虽然河北省报告率相对较低(99.87%),但仍高于全国平均水平(96.63%)^[22]。较好的 ILI%监测工作为开展 MEM 建模评估提供了现实基础,但在其他地区选择监测指标构建模型时,应结合当地流感监测实际具体分析。

本研究存在局限性。ILI%对流感真实水平的反映存在偏倚,主要因为其容易受节假日效应、媒体关注、政府决策等因素的影响,特别是新型冠状病毒感染疫情期间,人们的就医行为发生了很大改变^[23],居民选择直接就医的比例降低,可能会“漏诊”流感样病例,导致 ILI%偏低,但当哨点医院监测诊室普通内科患者就诊数减少幅度更大时,又可能导致 ILI%偏高。虽有部分研究提示使用 PR 或根据多种监测数据形成综合参数拟合模型效果可能更好^[24-26],但未见在京津冀地区的应用评价,本研究受限于数据可及性,亦未能进行建模验证。

综上所述,MEM 模型可在京津冀地区流感流行强度评估中应用,且本地区 ILI%较 IR 数据可靠,2019-2020 年流感流行强度较高,2020-2021 年显著降低。今后可纳入 PR 等指标增强结果的准确性,也可扩展至其他城市群验证 MEM 的应用效果。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢军事科学院军事医学研究院微生物流行病学研究所方立群研究员对论文分析方法的指导

作者贡献声明 黄硕:文章构思、数据收集与处理、论文撰写;林胜红、张翠红、耿梦杰:数据收集与整理、论文修改和指导;林帆、郭玉清、邓源:论文修改和指导;郑建东、王丽萍:文章构思、论文指导和审阅

参 考 文 献

- [1] 龚慧,申鑫,严涵,等. 2006-2019 年中国季节性流感疾病负担估计[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(8): 560-567. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20201210-03323. Gong H, Shen X, Yan H, et al. Estimating the disease burden of seasonal influenza in China, 2006-2019[J]. Natl Med J China, 2021, 101(8): 560-567. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20201210-03323.
- [2] Yang XT, Liu DP, Wei KF, et al. Comparing the similarity and difference of three influenza surveillance systems in China[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 2840. DOI: 1038/s41598-018-21059-9.
- [3] Vega T, Lozano JE, Meerhoff T, et al. Influenza surveillance in Europe: establishing epidemic thresholds by the moving epidemic method[J]. Influenza Other Respir

- Viruses, 2013, 7(4): 546-558. DOI: 10.1111/j.1750-2659.2012.00422.x.
- [4] Vega T, Lozano JE, Meerhoff T, et al. Influenza surveillance in Europe: comparing intensity levels calculated using the moving epidemic method[J]. Influenza Other Respir Viruses, 2015, 9(5):234-246. DOI:10.1111/irv.12330.
- [5] Vos LM, Teirlinck AC, Lozano JE, et al. Use of the moving epidemic method (MEM) to assess national surveillance data for respiratory syncytial virus (RSV) in the Netherlands, 2005 to 2017[J]. Euro Surveill, 2019, 24(20): 1800469. DOI:10.2807/1560-7917.ES.2019.24.20.1800469.
- [6] Rakocevic B, Grgurevic A, Trajkovic G, et al. Influenza surveillance: determining the epidemic threshold for influenza by using the Moving Epidemic Method (MEM), Montenegro, 2010/11 to 2017/18 influenza seasons[J]. Euro Surveill, 2019, 24(12): 1800042. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.12.1800042.
- [7] Biggerstaff M, Kniss K, Jernigan DB, et al. Systematic assessment of multiple routine and near real-time indicators to classify the severity of influenza seasons and pandemics in the United States, 2003-2004 through 2015-2016[J]. Am J Epidemiol, 2018, 187(5): 1040-1050. DOI:10.1093/aje/kwx334.
- [8] WHO. Pandemic influenza severity assessment (PISA)[EB/OL]. (2017-05-23) [2022-09-05]. <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259392/WHO-WHE-IHM-GIP-2017.2-eng.pdf;jsessionid=3189E863262FEF205C421D44707175B4?sequence=1>.
- [9] 谭亚运, 曾令佳, 秦颖, 等. 移动流行区间法在中国 7 个气候区流感流行阈值制定中的应用效果评价[J]. 中华预防医学杂志, 2019, 53(10): 1007-1011. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.10.010.
- Tan YY, Zeng LJ, Qin Y, et al. Evaluation of the application of moving epidemic method on making influenza epidemic thresholds in the 7 climate zones in China[J]. Chin J Prev Med, 2019, 53(10): 1007-1011. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2019.10.010.
- [10] 钱程, 戴启刚, 许可, 等. 移动流行区间法在评估江苏省流感流行强度中的应用研究[J]. 中国卫生统计, 2020, 37(1): 10-13, 17. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2020.01.003.
- Qian C, Dai QG, Xu K, et al. Study on the assessment of epidemic intensity of influenza by the moving epidemic method in Jiangsu province[J]. Chin J Health Stat, 2020, 37(1): 10-13, 17. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2020.01.003.
- [11] 丁克琴, 谷少华, 劳旭影, 等. 基于移动流行区间法的浙江省宁波市冬春季流行性感冒流行强度研究[J]. 疾病监测, 2020, 35(2): 126-131. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2020.02.010.
- Ding KQ, Gu SH, Lao XY, et al. Application of moving epidemic method to study influenza epidemic intensity in winter and spring in Ningbo[J]. Dis Surveill, 2020, 35(2): 126-131. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2020.02.010.
- [12] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL]. (2021-03-23) [2022-10-31]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202103/t20210323_1270124.html?code=&state=123.
- [13] 徐文体, 董晓春, 李琳, 等. 2017-2018 天津市流感季流感流行强度研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2018, 34(12): 1155-1158, 1164. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2018.00.208.
- Xu WT, Dong XC, Li L, et al. Influenza intensity level in Tianjin during 2017-2018 influenza season[J]. Chin J Zoonoses, 2018, 34(12): 1155-1158, 1164. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2018.00.208.
- [14] 王宇, 吴双胜, 张莉, 等. 应用移动流行区间法和综合指数建立北京市流感流行分级预警标准[J]. 国际病毒学杂志, 2020, 27(4): 271-274. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2020.04.002.
- Wang Y, Wu SS, Zhang L, et al. Establishing epidemic thresholds for tiered warning alerts of influenza in Beijing based on moving epidemic method and synthetic index[J]. Int J Virol, 2020, 27(4): 271-274. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2020.04.002.
- [15] Bangert M, Gil H, Oliva J, et al. Pilot study to harmonize the reported influenza intensity levels within the Spanish Influenza Sentinel Surveillance System (SISSS) using the Moving Epidemic Method (MEM) [J]. Epidemiol Infect, 2017, 145(4): 715-722. DOI: 10.1017/S0950268816002727.
- [16] 程勋杰, 陈涛, 舒跃龙, 等. 移动流行区间法在我国北方 15 省份流感流行阈值制定中的应用效果评价[J]. 中国卫生统计, 2016, 33(6): 979-982.
- Cheng XJ, Chen T, Shu YL, et al. Assessing the application of moving epidemic method for influenza in determining starting and ending thresholds of influenza epidemic in 15 northern provinces of China[J]. Chin J Health Stat, 2016, 33(6): 979-982.
- [17] Bouguerra H, Boutouria E, Zorruga M, et al. Applying the moving epidemic method to determine influenza epidemic and intensity thresholds using influenza-like illness surveillance data 2009-2018 in Tunisia[J]. Influenza Other Respir Viruses, 2020, 14(5): 507-514. DOI: 10.1111/irv.12748.
- [18] 王宇, 张莉, 吴双胜, 等. 移动流行区间法在北京市流感流行阈值估计及强度分级中的应用[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(2): 201-206. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.012.
- Wang Y, Zhang L, Wu SS, et al. Application of the moving epidemic method in the development of epidemic thresholds and tiered warning alert approaches for influenza prevention in Beijing[J]. Chin J Epidemiol, 2020, 41(2): 201-206. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.012.
- [19] Geng MJ, Zhang HY, Yu LJ, et al. Changes in notifiable infectious disease incidence in China during the COVID-19 pandemic[J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 6923. DOI: 10.1038/s41467-021-27292-7.
- [20] Feng LZ, Zhang T, Wang Q, et al. Impact of COVID-19 outbreaks and interventions on influenza in China and the United States[J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 3249. DOI: 10.1038/s41467-021-23440-1.
- [21] Hu CY, Tang YW, Su QM, et al. Public health measures during the COVID-19 pandemic reduces the spread of other respiratory infectious diseases [J/OL]. Front Public Health, 2021, 9: 771638. DOI: 10.3389/fpubh.2021.771638.
- [22] 中国疾病预防控制中心. 2020 年中国传染病监测报告 [M]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2020.
- Chinese Center for Disease Control and Prevention. Annual report on surveillance of infectious disease in China, 2020 [M]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2020.
- [23] 张云秋, 张慧芳. 新型冠状病毒肺炎疫情影响下民众就医行为研究[J]. 医学与社会, 2021, 34(7): 7-11. DOI: 10.13723/j.yxsh.2021.07.002.
- Zhang YQ, Zhang HF. Research on people's medical-seeking behavior under COVID-19 epidemic[J]. Med Soc, 2021, 34(7): 7-11. DOI: 10.13723/j.yxsh.2021.07.002.
- [24] 张莉, 吴双胜, 石伟先, 等. 综合指数法建立北京市流感流行水平分级评价体系的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(8): 1096-1099. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.08.016.
- Zhang L, Wu SS, Shi WX, et al. Establishment of the classified evaluation system on the levels of influenza epidemics through a synthetic index method, in Beijing[J]. Chin J Epidemiol, 2018, 39(8): 1096-1099. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.08.016.
- [25] 刘天, 姚梦雷, 黄继贵, 等. 移动流行区间法在流感监测预警中的应用及其参数设置[J]. 国际病毒学杂志, 2018, 25(6): 415-418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2018.06.015.
- Liu T, Yao ML, Huang JG, et al. Application and parameter optimization of the moving epidemic method for influenza surveillance and early warning[J]. Int J Virol, 2018, 25(6): 415-418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2018.06.015.
- [26] WHO. Global epidemiological surveillance standards for influenza [EB/OL]. (2013-08-09) [2022-09-05]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241506601>.