

• 临床研究 •

新型冠状病毒肺炎疫情前后我国4种肝炎发病趋势的时间序列分析

陈 静¹, 瞿怀荣², 赵 巍², 冯永华², 丁 勇^{1*}¹南京医科大学康达学院医学信息工程学部, 江苏 连云港 222000; ²连云港市第一人民医院信息部, 江苏 连云港 222000

[摘要] 目的: 探讨2019—2023年新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease-2019, COVID-19)疫情前后我国4种肝炎(甲肝、乙肝、丙肝和戊肝)发病趋势的变化规律性, 为疫情后肝炎防治提供参考依据。方法: 通过我国2012—2023年4种肝炎时间序列的描述统计和季节性分解, 对2019—2023年COVID-19疫情前后肝炎月发病数以及时间序列的长期趋势、季节因子和方差贡献率的动态变化进行比较和分析。结果: COVID-19疫情期间的2020—2022年, 4种肝炎的平均月发病数低于疫情前的2019年, 每种肝炎都出现2012年以来的历史最低值, 疫情后的2023年月发病数都出现上升趋势。时间序列的分解表明, 甲肝、乙肝、丙肝和戊肝, 2012—2019年与2012—2023年的季节因子高度相关, 相关系数分别为0.964、0.964、0.947和0.977(P 均 < 0.001)。2012—2019年、2012—2020年、2012—2021年、2012—2022年及2012—2023年4种肝炎的时间序列的方差呈上升趋势, 长期趋势的方差贡献率呈上升趋势, 与方差的相关系数分别为0.979、0.981、0.890和0.938(P 均 < 0.05), 季节因子的方差贡献率呈下降趋势, 与方差的相关系数分别为-0.978、-0.986、-0.954和-0.936(P 均 < 0.05)。结论: 时间序列分解有助于研究肝炎长期趋势变化和周期性波动的规律性。甲肝和乙肝时间序列图的长期趋势变化特征明显, 丙肝、戊肝时间序列图的周期性波动特征明显。疫情防控减少了4种肝炎的月发病数, 对月发病数的长期趋势有较大影响, 未改变发病低谷期和高峰期的周期性特征。面临疫情后肝炎发病数上升的挑战, 要加强疫情后肝炎的监测工作, 研究肝炎发病规律性, 做好防控和治疗工作。

[关键词] 肝炎; 时间序列; 长期趋势; 季节因子; 新型冠状病毒肺炎**[中图分类号]** R512.6; R181.3**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2025)03-334-12**doi:** 10.7655/NYDXBNSN240849

Time series analysis of the incidence trend of four types of hepatitis in China before and after the COVID-19 pandemic

CHEN Jing¹, QU Huairong², ZHAO Wei², FENG Yonghua², DING Yong^{1*}¹Department of Medical Information Engineering, Kangda College, Nanjing Medical University, Lianyungang 222000; ²Information Department of the First People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222000, China

[Abstract] **Objective:** To explore the changing regularity of the incidence trend of four types of hepatitis (hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C and hepatitis E) in China before and after the coronavirus disease-2019 (COVID-19) pandemic between 2019 and 2023, and provide a reference for the prevention and treatment of hepatitis after the epidemic. **Methods:** Based on the descriptive statistics and seasonal decomposition of the four hepatitis time series between 2012 and 2023 in China, the monthly cases before and after the COVID-19 pandemic in 2019 and 2023 were compared and analyzed, as well as the long-term trend, seasonal factors and the dynamic change of variance contribution rate of the time series. **Results:** During the COVID-19 epidemic between 2020 and 2022, the average monthly cases of four types of hepatitis were lower than that in 2019 before the epidemic, each type of hepatitis had reached its lowest historical value since 2012, and the monthly cases of 2023 after the epidemic appeared an upward trend. The decomposition of time series showed that the seasonal factors of hepatitis A, B, C, and E in 2012–2019 and 2012–2023 were highly correlated, with correlation coefficients of 0.964, 0.964, 0.947, and 0.977, respectively (all $P < 0.001$). The variance of the time series of the four types

[基金项目] 南京医科大学康达学院第二期品牌专业建设工程资助项目(JX206000302); 南京医科大学康达学院医学信息模拟及预测科研团队资助项目(KD2022KYCXTD003)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: yding@njmu.edu.cn (ORCID: 0009-0004-2443-971X)

of hepatitis of 2012–2019, 2012–2020, 2012–2021, 2012–2022, 2012–2023 showed an upward trend, the long-term trend variance contribution rates showed an upward trend, with correlation coefficients of 0.979, 0.981, 0.890, and 0.938 with variance, respectively (all $P < 0.05$), but the seasonal factor variance contribution rates showed a downward trend, with correlation coefficients of -0.978 , -0.986 , -0.954 , and -0.936 with variance, respectively (all $P < 0.05$). **Conclusion:** The decomposition of the time series is helpful to study the regularity of the long-term trend changes and periodic fluctuation of hepatitis. The long-term trend is obvious for the time series diagram of hepatitis A or B, and the periodic fluctuation is obvious for the time series diagram of hepatitis C or E. The epidemic prevention and control have reduced the monthly cases of four types of hepatitis, which has a significant impact on the long-term trend of monthly cases but has not changed the cyclical characteristics of the low and peak periods of incidence. Faced with the challenge of an increase in the cases of hepatitis after the epidemic, it is necessary to strengthen the monitoring of hepatitis, explore the regularity of hepatitis incidence, and do a good job in prevention, control and treatment of hepatitis.

[Key words] hepatitis; time series; long-term trend; seasonal factors; COVID-19

[J Nanjing Med Univ, 2025, 45(03): 334-345]

病毒性肝炎(简称肝炎)是由肝炎病毒引起的以肝脏损害为主的传染病,根据不同的病毒类型,可分为甲型肝炎(简称甲肝)、乙型肝炎(简称乙肝)、丙型肝炎(简称丙肝)、丁型肝炎(简称丁肝)和戊型肝炎(简称戊肝)。肝炎的长期慢性感染,可导致肝纤维化、肝硬化、肝衰竭,甚至发展为肝癌^[1-2]。我国是肝炎高发国家,近年来,我国在肝炎防治方面取得了显著成就,但由于人口众多,肝炎感染者的基数大、病情长、医治负担重等原因,肝炎防治工作仍然任重道远。因此,肝炎的早发现、早治疗、早干预意义重大^[3-4]。分析传染病流行的特征和规律,是对疾病未来发生、发展趋势认知的重要手段,是制定传染病防控策略的重要前提。

2020年3月11日,世界卫生组织宣布新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease-2019, COVID-19)为大流行病^[5-6]。我国 COVID-19 疫情,开始于2020年1月,疫情防控结束于2022年12月^[7]。我国针对 COVID-19 的3年防控,时间较长,措施严密,有效地防控了疾病的传播。疫情防控导致人们生活及行为方式改变,进而对其他传染病的流行也会产生一定影响^[8-9],目前针对 COVID-19 疫情防控下传染病流行趋势的研究尚少。疫情防控对肝炎的发病趋势和流行模式的影响和启示值得探讨。本研究对我国4种肝炎2012—2023年的时间序列变化,特别是 COVID-19 疫情前后的变化规律性,进行相关分析和比较。

1 资料和方法

1.1 资料

收集2012年1月—2023年12月全国甲型、乙型、丙型及戊型肝炎的月发病数,数据来自中国疾

病预防控制中心发布的法定传染病报告的统计资料。丁型肝炎的月发病数较少,以2023年为例,月发病数最高为23例,最低为14例,且由于缺少2015年以前的统计数据,故未纳入本研究范围。

收集2019—2020年全国和各地区甲型、乙型、丙型及戊型肝炎的发病率,数据来自国家卫生健康委员会(<https://www.nhc.gov.cn/>)发布的中国卫生健康统计年鉴。

本研究重点分析疫情前后甲、乙、丙、戊型肝炎发病趋势的变化规律。以2012年为起点,根据疫情防控时间,将肝炎月发病数的时间序列数据分为疫情前的2012—2019年,包含3年疫情期的2012—2020年、2012—2021年和2012—2022年,疫情后的2012—2023年。

1.2 方法

时间序列的季节性分解可以将序列数据中的趋势、季节和残差等组成部分分解出来^[10-11],有助于更深入地理解时间序列数据的内在规律和特征。本研究对肝炎月发病数的时间序列 Y 进行季节性加法分解: $Y=T+S+R$,其中 T 为长期趋势分量,反映序列的长期变化规律; S 为季节因子分量,反映序列周期性波动的变化规律,季节因子 <0 表示季节水平低于平均值,季节因子 >0 表示高于平均值; R 为误差分量,反映序列剩余的残差部分的随机扰动变化。

协方差用于衡量两个变量之间总体误差或共同变动的趋势,定义为两个随机变量 X_1 、 X_2 与其各自数学期望 $E(X_1)$ 、 $E(X_2)$ 之差的乘积的数学期望: $Cov(X_1, X_2)=E\{[X_1-E(X_1)][X_2-E(X_2)]\}$ 。

时间序列的协方差 $Cov(Y, Y)$,即 Y 的方差,反映了原始序列波动的离散程度, T 、 S 和 R 各分量关于 Y 的协方差记为 $Cov(T, Y)$ 、 $Cov(S, Y)$ 和 $Cov(R,$

Y), T对Y的方差贡献率=Cov(T, Y)/Cov(Y, Y), S对Y的方差贡献率=Cov(S, Y)/Cov(Y, Y), R对Y的方差贡献率=Cov(R, Y)/Cov(Y, Y); 由于Cov(Y, Y)=Cov(T, Y)+Cov(S, Y)+Cov(R, Y), 所以Cov(T, Y)/Cov(Y, Y)+Cov(S, Y)/Cov(Y, Y)+Cov(R, Y)/Cov(Y, Y)=1。方差贡献率反映了各分量对原始序列波动影响的作用, 贡献率越大, 对原始序列波动的影响也越大。

1.3 统计学方法

通过时间序列的描述性统计分析, 了解疫情前后肝炎发病数的变化情况; 比较2012年与2019—2023年时间序列长期趋势、季节因子和误差的协方差贡献率变化趋势, 评判疫情对月发病数的波动主要受哪种因素的影响; 比较2012—2019年与2012—2023年的季节因子图以及季节因子的皮尔逊相关

系数, 评判疫情是否影响肝炎发病的季节性规律。用Excel软件完成数据整理, 用SPSS 27.0完成时间序列的季节性分解以及皮尔逊相关系数和协方差的计算, 显著性水平取为0.05。

2 结果

2.1 甲肝

列举2019—2023年甲肝每年的月发病数(表1), 疫情期间的2020、2021、2022年的平均月发病数低于疫情前的2019年, 疫情后的2023年平均月发病数高于疫情期间的2022年, 出现上升趋势。疫情期间出现月发病数最少的月份为2022年12月的532例, 是2012—2022年期间的历史最低值。2023年1月可能受疫情防控的继续影响, 出现了2012—2023年的历史最低值523例。

表1 2019—2023年甲肝月发病数
Table 1 Monthly incidence of hepatitis A between 2019 and 2023 (n)

Year	Month												Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	1 622	1 465	1 938	1 864	1 615	2 027	2 203	1 809	1 603	1 313	1 230	1 316	1 667
2020	1 251	1 295	1 529	1 187	1 100	1 249	1 514	1 401	1 335	1 181	1 243	1 196	1 290
2021	960	745	1 128	1 142	1 095	1 089	1 038	1 057	1 105	940	1 026	1 068	1 033
2022	956	830	1 050	896	960	1 038	1 069	1 116	945	752	749	532	908
2023	523	850	1 289	1 114	1 076	944	1 053	1 111	1 038	986	1 056	975	1 001

全国甲肝2019年的发病率为1.38/10万, 2020年为1.06/10万, 降幅为23%。从各地区的发病率来看, 2019年较高的前5个地区依次为青海6.25/10万、辽宁5.70/10万、新疆4.23/10万、山西4.00/10万和西藏2.94/10万。2020年与2019年相比, 甲肝发病率降幅较多的前5个地区依次为新疆73%、宁夏71%、西藏55%、甘肃53%和青海49%。发病率较高和降幅较大的大部分为西北经济欠发达地区。疫情对这部分地区的影响较大。

由时间序列的分解得到表2。由表2可知, 2012—2019年、2012—2020年、2012—2021年、2012—2022年及2012—2023年甲肝的月发病数的时间序列(协)方差在增加, 说明疫情期间月发病数的下降, 疫情后月发病数的上升, 增加了数据波动的离散程度。从各分量的方差贡献率来看, 长期趋势的方差贡献率大于季节因子的方差贡献率, 误差的方差贡献率最小, 说明方差波动主要受长期趋势和季节因子的影响。由表2还可知, 长期趋势的方差贡献率在增加, 与方差正相关, 相关系数为0.979(P=

0.004), 季节因子的方差贡献率在减少, 与方差负相关, 相关系数为-0.978(P=0.003)。由此说明, 疫情对月发病数波动的影响主要是长期趋势的变化。

由2012—2023年甲肝月发病数的时间序列图(图1A)可知, 甲肝的月发病数既有周期性波动, 也有长期趋势变化, 长期趋势的变化特征较明显, 这与长期趋势的方差贡献率大于季节因子的方差贡献率是一致的。结合长期趋势图(图1B)可知, 2012年以来, 甲肝的月发病数总体呈下降趋势, 疫情后反弹上升。

由甲肝疫情前的2012—2019年月发病数的季节因子图(图1C)和包含疫情前后的2012—2023年的季节因子图(图1D)可知, 每年1—2月份为发病低谷期, 3月、7—9月份为发病高峰期。相关分析也表明, 两个季节因子有高度的相关性, 相关系数为0.964(P < 0.001), 这与方差贡献率的分析一致, 疫情主要对长期趋势产生影响。

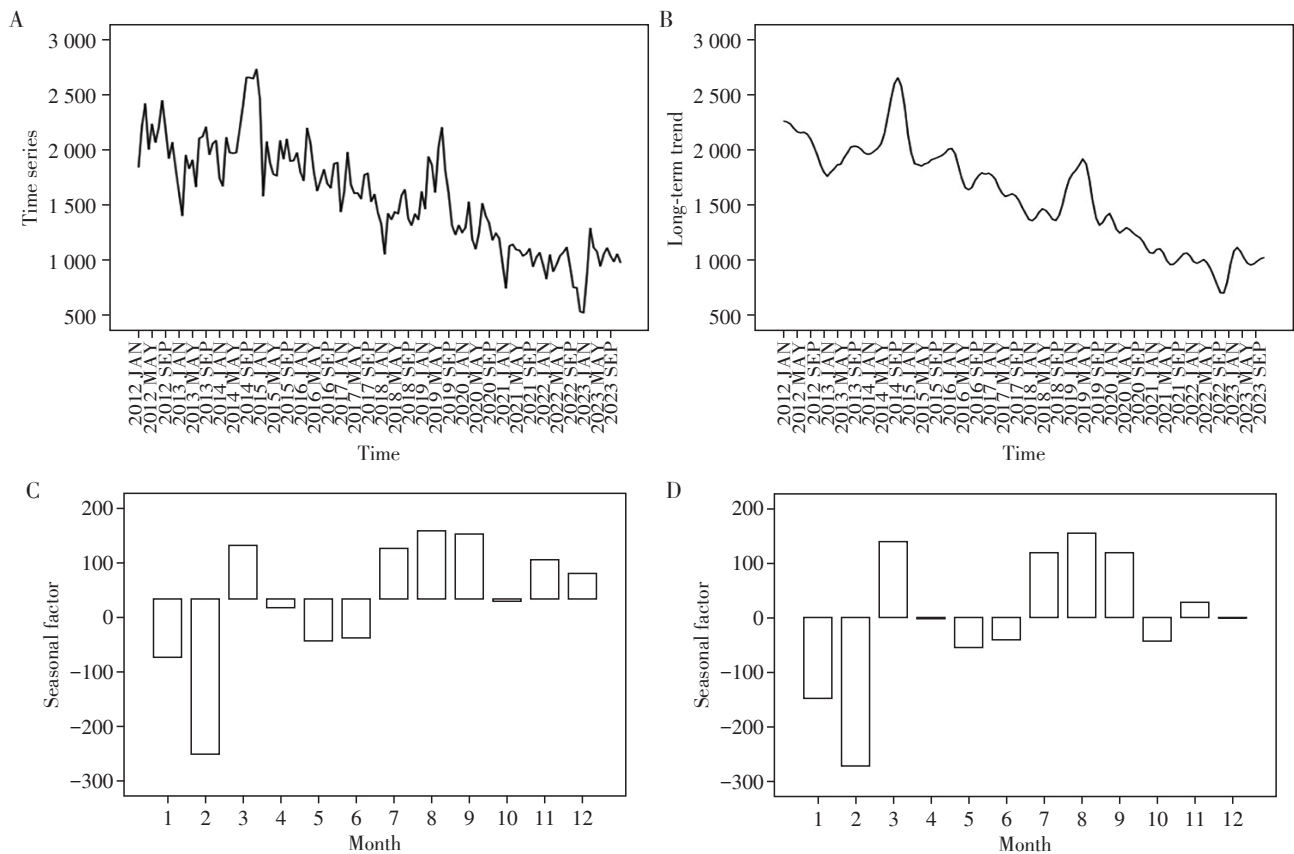
由此可知, 疫情防控减少了甲肝的月发病数, 但未改变发病低谷期和高峰期的周期性特征。

表2 甲肝时间序列各分量的协方差和贡献率

Table 2 Covariance and contribution rate of each component in the hepatitis A time series

Decomposition	2012-2019		2012-2020		2012-2021	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	118 470.66	-	137 241.24	-	175 138.93	-
Long-term trend	91 293.99	77.06	111 396.72	81.17	150 878.30	86.15
Seasonal factor	15 369.50	12.97	14 370.75	10.47	13 652.01	7.79
Error	11 807.87	9.97	11 473.77	8.36	10 608.62	6.06

Decomposition	2012-2022		2012-2023	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	214 385.92	-	229 675.22	-
Long-term trend	191 806.60	89.47	206 617.60	89.96
Seasonal factor	12 257.56	5.72	12 762.88	5.56
Error	10 321.75	4.81	10 294.75	4.48



A: Time series chart between 2012 and 2023. B: Long-term trend chart between 2012 and 2023. C: Seasonal factor chart between 2012 and 2019. D: Seasonal factor chart between 2012 and 2023.

图1 甲肝月发病数的系列图

Figure 1 Series chart of monthly incidence of hepatitis A

2.2 乙肝

列举 2019—2023 年乙肝每年的月发病数(表 3), 疫情期间的 2020、2021、2022 年的平均月发病数低于疫情前的 2019 年, 疫情后的 2023 年平均月发病数高

于疫情期间的 2022 年, 出现上升趋势。疫情期间的 2020 年 2 月发病数为 51 506 例, 是 2012—2023 年的历史最低值, 其次为 2022 年 12 月的 59 498 例, 疫情后 2023 年 8 月发病数增加到 138 875 例, 达

到2012—2023年的历史最高值。

全国乙肝的发病率2019年为71.77/10万,2020年为64.29/10万,降幅为10%。从各地区的发病率来看,2019年较高的前5个地区依次为海南160.91/10万、青海160.64/10万、新疆133.77/10万、广东128.47/10万和西藏112.06/10万。2020年与2019年相比,降幅较多的前5个地区依次为上海51%、新疆49%、北京42%、湖北40%和宁夏38%。发病率较高的有经济欠发达地区青海、新疆、西藏,还有南方地区海南和广东;降幅较大的地区有经济欠发达地区新疆、宁夏,还有经济发达和较发达的地区上海、北京和湖北。

由时间序列的分解得到表4。由表4可知,2012—2019年、2012—2020年、2012—2021年、2012—2022年、2012—2023年乙肝月发病数的时间序列(协)方差在增加,说明疫情期间月发病数的下降,疫情后月发病数的上升,增加了数据波动的离散程度。从各分量的方差贡献率来看,长期趋势的方差贡献率大于季节因子的方差贡献率,误差的方

差贡献率最小,说明方差波动主要受长期趋势和季节因子的影响。由表4还可知,长期趋势的方差贡献率呈上升趋势,与方差正相关,相关系数为0.981($P=0.003$),季节因子的方差贡献率呈下降趋势,与方差负相关,相关系数为-0.986($P=0.002$)。由此说明,疫情对月发病数波动的影响主要是长期趋势的变化。

由2012—2023年乙肝月发病数的时间序列图(图2A)可知,乙肝的月发病数既有周期性波动,也有长期趋势的变化,长期趋势的变化特征较明显,这与长期趋势的方差贡献率大于季节因子的方差贡献率一致。结合长期趋势图(图2B)可知,乙肝的月发病数,2012—2015年呈下降趋势,2016—2019年呈上升趋势,疫情3年期间有所下降,疫情后反弹上升。

由乙肝疫情前的2012—2019年月发病数的季节因子图(图2C)和包含疫情前后的2012—2023年的季节因子图(图2D)可知,两个季节因子图都有每年2月份为发病低谷期而3月份为发病高峰期的规律性。相关分析也表明,两个季节因子有高度相关

表3 2019—2023年乙肝月发病数

Table 3 Monthly incidence of hepatitis B between 2019 and 2023

Year	Month												Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	107 754	90 985	113 941	110 266	106 431	97 362	112 454	106 985	97 815	98 774	102 174	102 151	103 924
2020	91 026	51 506	88 150	101 262	97 651	99 319	106 135	102 304	105 377	95 633	100 561	100 209	94 928
2021	98 257	83 014	119 423	110 385	105 393	101 633	112 287	102 061	101 701	95 942	102 598	108 157	103 404
2022	109 531	96 787	114 003	95 933	102 912	106 846	112 648	115 375	101 083	90 015	86 371	59 498	99 250
2023	74 790	116 063	126 932	116 400	115 934	110 063	125 116	138 875	123 495	129 041	132 270	121 415	119 200

表4 乙肝时间序列各分量的协方差和贡献率

Table 4 Covariance and contribution rate of each component in the hepatitis B time series

Decomposition	2012-2019		2012-2020		2012-2021	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
	Time series	89 303 238.49	-	101 729 739.80	-	103 359 831.10
Long-term trend	39 369 675.66	44.09	45 366 035.50	44.59	45 326 515.33	43.85
Seasonal factor	33 771 281.84	37.82	34 013 485.90	33.44	36 784 889.24	35.59
Error	16 162 280.99	18.10	22 350 618.44	21.97	21 248 426.52	20.56

Decomposition	2012-2022		2012-2023	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
	Time series	114 712 042.30	-	161 374 389.10
Long-term trend	54 718 728.02	47.70	94 241 986.98	58.40
Seasonal factor	35 460 759.17	30.91	35 251 415.80	21.84
Error	24 532 555.15	21.39	31 880 986.35	19.76

性, 相关系数为0.964 ($P < 0.001$), 这与方差贡献率的分析一致, 疫情主要对长期趋势产生了影响。

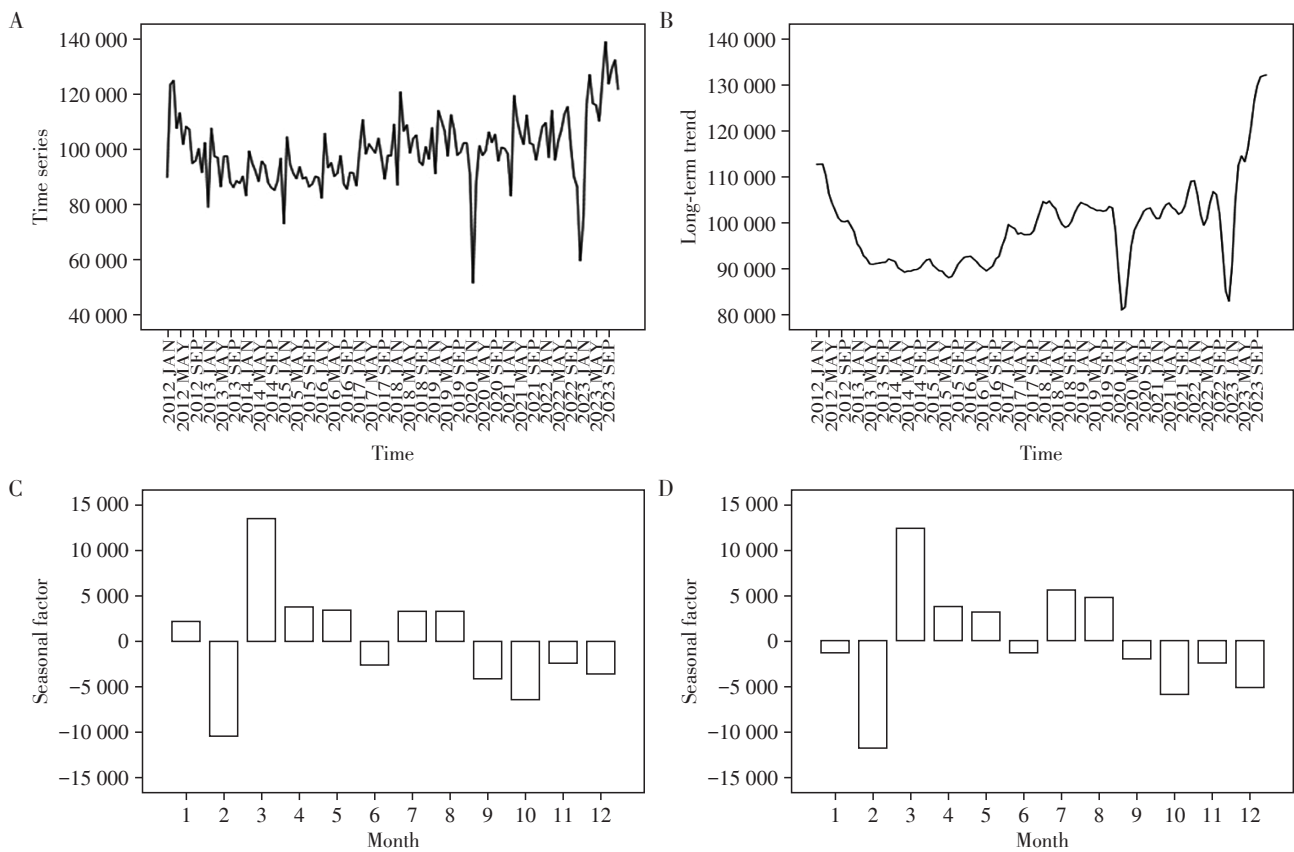
由此可知, 疫情防控减少了乙肝的月发病数, 但未改变发病低谷期和高峰期的周期性特征。

2.3 丙肝

列举2019—2023年丙肝每年的月发病数(表5), 疫情期间的2020、2021、2022年的平均月发病数低于疫情前的2019年, 疫情后的2023年平均月发病数高于疫情期间的2022年, 出现上升趋势。疫情期间2020年2月的发病数为9 068例, 是2012—

2023年的历史最低值, 其次为2022年的12月的11 050例。

全国丙肝2019年的发病率为16.02/10万, 2020年为13.82/10万, 降幅为14%。从各地区的发病率来看, 2019年较高的前5个地区依次为新疆36.04/10万、青海30.93/10万、甘肃28.04/10万、内蒙古27.95/10万和湖南25.1/10万。2020年与2019年相比, 降幅较多的前5个地区依次为黑龙江38%、新疆32%、湖北31%、北京29%和吉林26%。发病率较高的多数为经济欠发达地区; 降幅较大的有经济欠发达、较发



A: Time series chart between 2012 and 2023. B: Long-term trend chart between 2012 and 2023. C: Seasonal factor chart between 2012 and 2019. D: Seasonal factor chart between 2012 and 2023.

图2 乙肝月发病数的系列图

Figure 2 Series chart of monthly incidence of hepatitis B

表5 2019—2023年丙肝月发病数

Table 5 Monthly incidence of hepatitis C between 2019 and 2023

Year	Month												Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	21 512	17 214	24 053	23 218	22 748	21 419	24 393	23 334	20 866	20 438	21 182	20 327	21 725
2020	17 287	9 068	16 718	20 179	19 821	20 367	22 400	20 520	21 538	20 067	20 801	20 438	19 100
2021	18 258	14 714	23 776	22 613	21 254	20 937	22 940	20 001	20 125	19 157	19 858	20 895	20 377
2022	18 704	16 733	21 722	17 712	18 720	20 925	21 867	21 891	18 740	16 020	15 057	11 050	18 262
2023	12 785	20 580	23 625	21 597	20 963	19 664	22 326	23 214	20 022	19 466	20 280	18 085	20 217

达和发达地区。疫情影响的范围较广。

由时间序列的分解得到表6。2012—2019年、2012—2020年、2012—2021年、2012—2022年、2012—2023年丙肝月发病数的时间序列(协)方差增加,说明疫情期间月发病数的下降,疫情后月发病数的上升,增加了数据波动的离散程度。从各分量的方差贡献率来看,季节因子的方差贡献率大于长期趋势的方差贡献率,误差的方差贡献率最小,说明方差波动主要受长期趋势和季节因子的影响。由表6还可知,长期趋势的方差贡献率呈上升趋势,与方差正相关,相关系数为0.890($P=0.043$),季节因子的方差贡献率呈下降趋势,与方差负相

关,相关系数为-0.954($P=0.012$),由此说明,疫情对月发病数波动的影响主要是长期趋势的变化。

由2012—2023年丙肝月发病数的时间序列图(图3A)可知,丙肝的月发病数既有周期性波动,也有长期趋势变化,周期性波动特征较明显,这与季节因子的方差贡献率大于长期趋势的方差贡献率一致。结合长期趋势图(图3B)可知,2012—2019年,丙肝的月发病数总体呈较平稳的上升趋势,疫情3年期间有所下降,疫情后反弹上升。

由丙肝疫情前的2012—2019年月发病数的季节因子图(图3C)和包含疫情前后的2012—2023年的季节因子图(图3D)可知,两个季节因子图都有每

表6 丙肝时间序列各分量的协方差和贡献率

Table 6 Covariance and contribution rate of each component in the hepatitis C time series

Decomposition	2012-2019		2012-2020		2012-2021	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	4 932 327.96	-	5 688 958.21	-	5 706 070.49	-
Long-term trend	1532 715.81	31.07	2 001 874.41	35.19	1 883 717.64	33.01
Seasonal factor	2545 722.67	51.61	2 599 605.31	45.70	2 781 776.91	48.75
Error	853 889.48	17.31	1 087 478.49	19.12	1 040 575.94	18.24

Decomposition	2012-2022		2012-2023	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	6 224 948.16	-	6 358 525.00	-
Long-term trend	2 436 483.52	39.14	2 285 492.48	36.72
Seasonal factor	2 627 778.44	42.21	2 591 255.53	41.63
Error	1 160 686.20	18.65	1 481 776.99	23.80

年的2月份为发病低谷期而3月份为高峰期的规律性。相关分析也表明,两个季节因子有高度相关性,相关系数为0.947($P < 0.001$),这与方差贡献率的分析一致,疫情主要对长期趋势产生了影响。

由此可知,疫情防控减少了丙肝的月发病数,但未改变发病低谷期和高峰期的周期性特征。

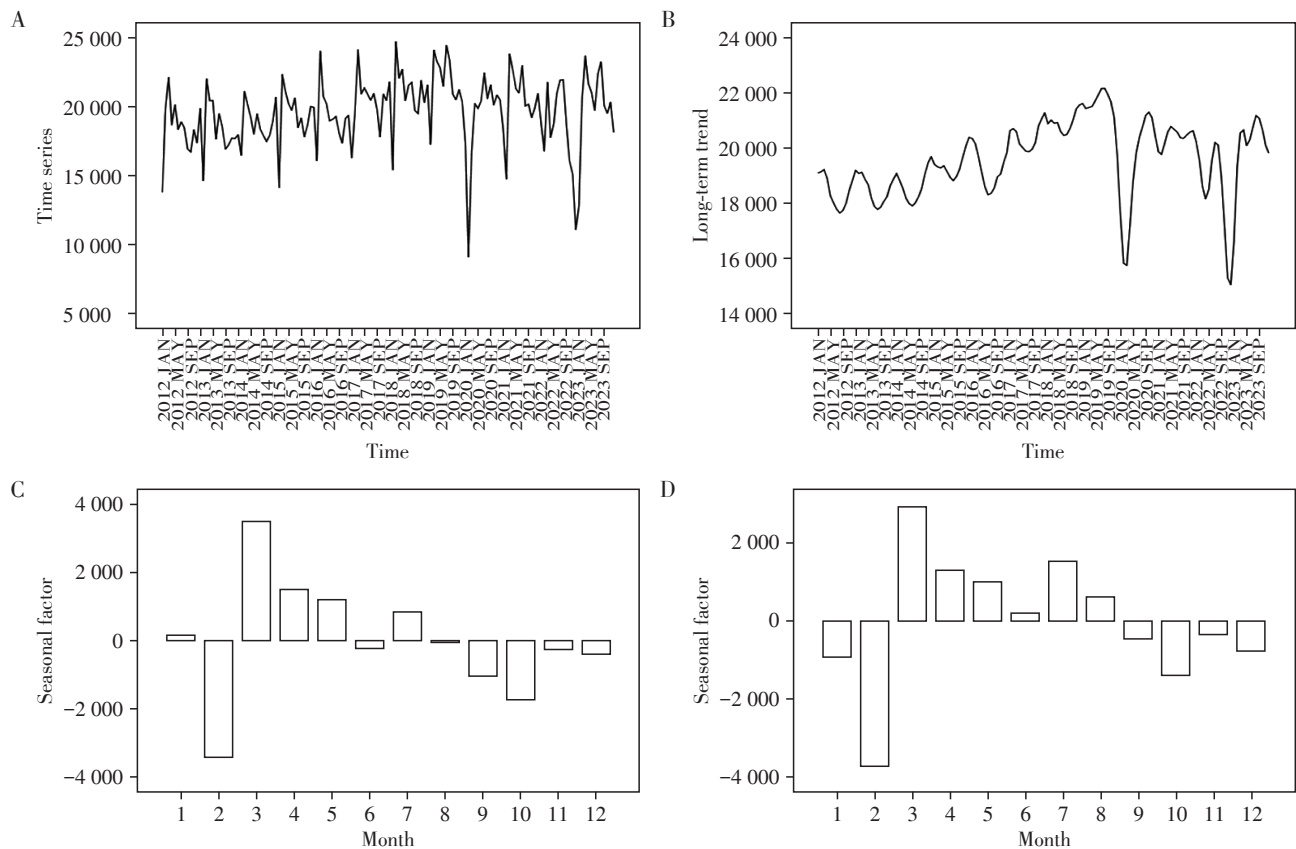
2.4 戊肝

列举2019—2023年戊肝每年的月发病数(表7),疫情期间2020、2021和2022年平均月发病数低于疫情前的2019年,疫情后2023年平均月发病数高于疫情期间的2022年,出现上升趋势。疫情期间的2020年2月发病数为1 045例,是2012—2023年的历史最低值,其次为2022年12月的1 187例和2023年1月的1 144例。

全国戊肝2019年的发病率为2.02/10万,2020年为1.36/10万,降幅为33%。从各地区的发病率来看,

2019年较高的前5个地区依次为海南5.45/10万、湖北4.43/10万、云南3.76/10万、上海3.66/10万和江苏3.55/10万。2020年与2019年相比,降幅较多的前5个地区依次为天津154%、新疆116%、宁夏114%、湖北103%和河南100%。发病率较高和降幅较大的包含各类地区,疫情影响的覆盖面较广。

由时间序列的分解得到表8。2012—2019年、2012—2020年、2012—2021年、2012—2022年、2012—2023年戊肝月发病数的时间序列(协)方差呈上升趋势,说明疫情期间月发病数的下降,疫情后月发病数的上升,增加了数据波动的离散程度。从各分量的方差贡献率来看,季节因子的方差贡献率大于长期趋势的方差贡献率,误差的方差贡献率最小。说明方差波动主要受长期趋势和季节因子的影响。由表8还可知,长期趋势的方差贡献率呈上升趋势,与方差正相关。相关系数为0.938($P=$



A: Time series chart between 2012 and 2023. B: Long-term trend chart between 2012 and 2023. C: Seasonal factor chart between 2012 and 2019. D: Seasonal factor chart between 2012 and 2023.

图3 丙肝月发病数的系列图

Figure 3 Series chart of monthly incidence of hepatitis C

表7 2019—2023年戊肝月发病数

Table 7 Monthly incidence of hepatitis E between 2019 and 2023

Year	Month												Mean
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	2 695	2 280	3 204	3 010	2 677	2 346	2 462	2 436	2 123	1 943	2 062	1 888	2 427
2020	1 626	1 045	1 641	1 732	1 585	1 708	1 839	1 759	1 811	1 506	1 639	1 818	1 642
2021	1 838	1 849	2 991	2 797	2 509	2 266	2 140	2 109	2 033	1 846	2 055	2 369	2 234
2022	2 530	2 443	3 131	2 525	2 503	2 411	2 225	2 255	1 946	1 683	1 732	1 187	2 214
2023	1 144	2 207	3 117	3 006	2 822	2 529	2 620	2 618	2 550	2 543	2 751	2 668	2 548

0.019), 季节因子的方差贡献率呈下降趋势, 与方差负相关, 相关系数为 $-0.936(P=0.010)$ 。由此说明, 疫情对月发病数波动的影响主要是长期趋势的变化。

由2012—2023年戊肝月发病数的时间序列图(图4A)可知, 戊肝的月发病数既有周期性波动, 也有长期趋势变化, 周期性波动的特征较明显, 这与季节因子的方差贡献率大于长期趋势的方差贡献率一致。结合长期趋势图(图4B)可知, 戊肝的月发病数, 2012—2019年期间呈平稳上升趋势, 疫情3年期间有所下降, 疫情后反弹上升。

由戊肝疫情前的2012—2019年月发病数的季节因子图(图4C)和疫情前后2012—2023年的季节因子图(图4D)可知, 两个季节因子图都有每年9—11月份为发病低谷期而3—4月份为发病高峰期的规律性。相关分析也表明, 两个季节因子有高度相关性, 相关系数为 $0.977(P < 0.001)$, 这与方差贡献率的分析一致, 疫情主要对长期趋势产生影响。

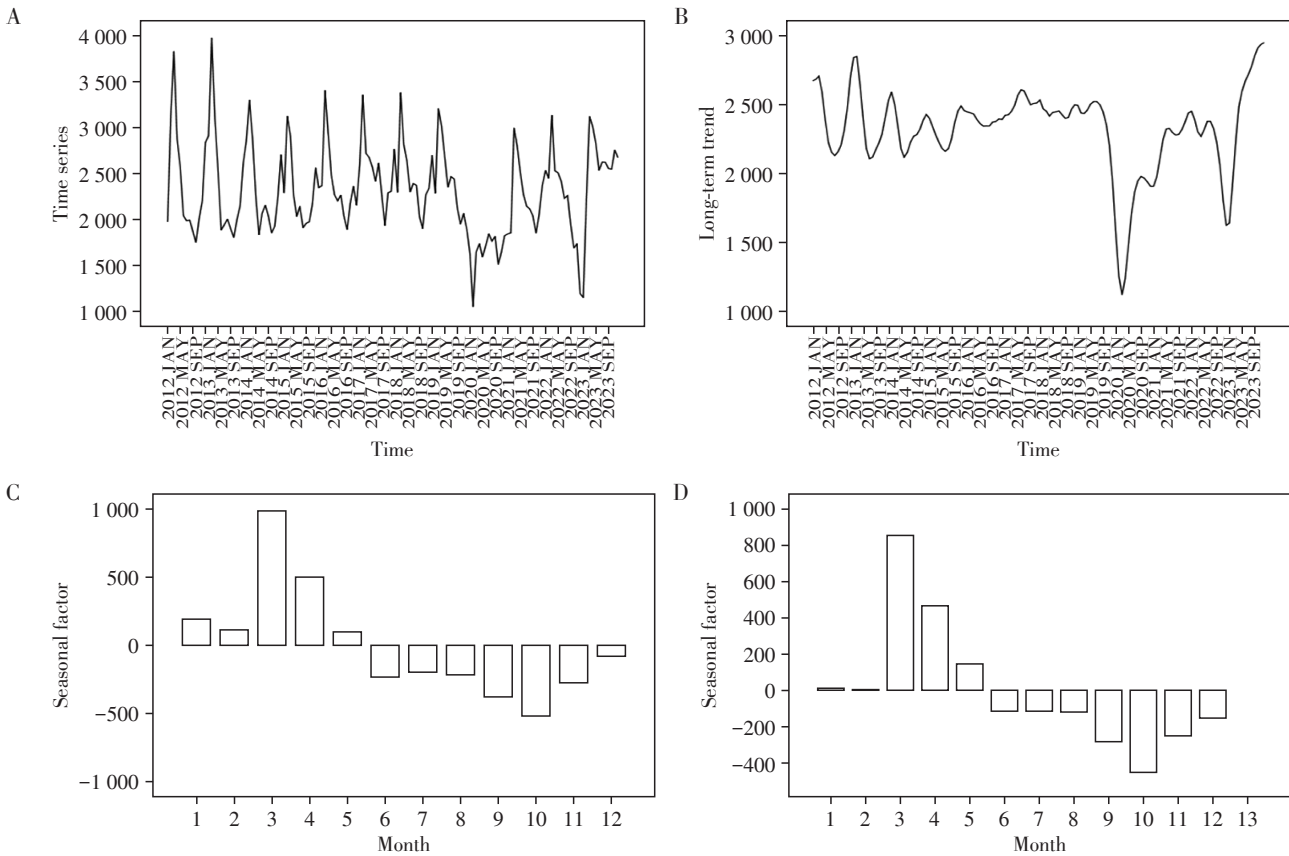
由此可知, 疫情防控减少了戊肝的月发病数, 但未改变发病低谷期和高峰期的周期性特征。

表8 戊肝时间序列各分量的协方差和贡献率

Table 8 Covariance and contribution rate of each component in the hepatitis E time series

Decomposition	2012-2019		2012-2020		2012-2021	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	216 394.94	-	253 676.45	-	241 598.16	-
Long-term trend	26 489.90	12.24	99 572.74	39.25	93 030.72	38.51
Seasonal factor	166 431.85	76.91	126 705.07	49.95	122 543.39	50.72
Error	23 473.20	10.85	27 398.63	10.80	26 024.05	10.77

Decomposition	2012-2022		2012-2023	
	Covariance	Variance contribution rate(%)	Covariance	Variance contribution rate(%)
Time series	241 955.79	-	245 797.33	-
Long-term trend	94 672.37	39.13	101 597.22	41.99
Seasonal factor	120 633.09	49.86	116 140.31	48.00
Error	26 650.34	11.01	28 059.80	11.60



A: Time series chart between 2012 and 2023. B: Long-term trend chart between 2012 and 2023. C: Seasonal factor chart between 2012 and 2019. D: Seasonal factor chart between 2012 and 2023.

图4 戊肝月发病数的系列图

Figure 4 Series chart of monthly incidence of hepatitis E

3 讨论

同时对甲、乙、丙、戊型肝炎进行分析,可以全面揭示各种肝炎发病趋势的共同特征和比较疫情

前后肝炎发病趋势的变化规律,为疫情后的肝炎防控工作提供参考依据和决策思路^[12]。

本研究发现,肝炎月发病数时间序列各分量方差贡献率的大小可以反映时间序列图的形态。误

差的方差贡献率最小,说明时间序列主要由长期趋势、季节因子组成;当长期趋势的方差贡献率大于季节因子的方差贡献率时,时间序列图的长期趋势变化特征明显,肝炎发病趋势总体处于上升或下降的较大变化状态;当季节因子的方差贡献率大于长期趋势的方差贡献率时,时间序列图的周期性波动特征明显,肝炎发病趋势总体处于相对较平稳或稳中有升/降的状态。

本研究分析了2012—2023年我国4种肝炎的月发病数的时间序列在2019—2023年的变化情况。各种肝炎在疫情前的发病趋势各有不同,甲肝总体呈下降趋势,乙肝总体呈先下降后上升的U型趋势,丙肝和戊肝总体呈稳中有升趋势;甲肝和乙肝时间序列的长期变化特征较周期波动特征明显,而丙肝和戊肝的周期波动特征较长期变化的特征明显。但疫情以来,4种肝炎都表现出以下的共同特点:疫情期间的2020—2022年,平均月发病数减少,并且出现了2012年以来的历史最低值,疫情后的月发病数又开始反弹上升。

虽然COVID-19本身与肝炎的直接关联可能较少,但疫情防控措施以及相应的医疗资源分配和传染病防控策略的调整等其他因素都会对肝炎发病趋势产生影响。针对COVID-19疫情的防控措施,如佩戴口罩、减少人与人之间的聚集和社交接触,降低了肝炎病毒传播的风险^[13-15]。COVID-19疫情高峰期,医疗资源的配置,如医疗人员、床位、检测试剂等出现紧张状态^[16-17],以及限制人员外出,这可能对肝炎的就诊、治疗产生一定影响,报告病例数减少,导致肝炎发病数下降。疫情后,佩戴口罩人数减少、人与人之间交往增加,加大了肝炎病毒传播的风险,以及肝炎患者及时就诊、治疗,使2023年肝炎发病数上升。这种反弹现象值得注意并应该引起足够重视。本研究表明,肝炎发病数在疫情期间下降和疫情后上升的变化,主要体现在疫情防控对肝炎发病长期趋势变化的影响,对季节性因子波动的影响较小,未影响发病低谷期和高峰期的周期性特征规律。2023年是疫情后的第1年,疫情后的肝炎发病趋势的动态发展和变化规律,尤其需要及时监测和密切关注。

病毒性肝炎一般分为两大类:一种为经肠道传播,如粪-口途径(甲型和戊型);另一类是经肠道外传播,如血液传播(乙型、丙型及丁型肝炎)。从2019年全国的发病率来看,在4种肝炎中,甲肝和戊肝较低,甲肝(1.38/10万)位居第4,戊肝(2.02/10万)

位居第3;乙肝和丙肝较高,乙肝(71.77/10万)位居第1,丙肝(16.02/10万)位居第2;从2020年发病率的下降幅度来看,甲肝和戊肝较高,甲肝(23%)位居第2,戊肝(33%)位居第1;乙肝和丙肝较低,乙肝(10%)位居第4,丙肝(14%)位居第3。由此可知,疫情防控对经肠道传播的肝炎影响更大。加强饮食卫生和个人卫生习惯的培养,是防控经肠道传播肝炎的关键措施。疫情期间,这些措施得到了进一步强化,有助于减少肝炎的传播风险。乙肝和丙肝的传播途径相对复杂,包括母婴传播、血液传播、性传播等。这些传播途径使得乙肝和丙肝的防控难度相对较大。

据世界卫生组织估计,全球新感染病毒性肝炎的人数从2019年的300万下降到2022年的220万。在220万新感染病例中,120万为乙型肝炎,近100万为丙型肝炎^[18],这与我国乙肝和丙肝发病率较高一致。美国疾病预防控制中心最新发布的《2023年病毒性肝炎国家进展报告》显示:2015—2019年,美国预计每年乙肝新感染病例数量相对稳定,约为20万例,但2020年显著减少^[18-19]。全球在消除病毒性肝炎政策方面取得了可喜进展,成功经验可概括为以下几点:①国家制定消除病毒性肝炎的行动计划;②开展筛查计划;③简化治疗方案;④资金投入,政府补贴诊疗费用;⑤借鉴COVID-19的防控经验。尤其是“简化治疗方案”是关键策略^[20-21]。

2016年5月,世界卫生大会批准了《2016—2021年病毒性肝炎的全球卫生战略》^[22-24],并于次年在《2017年全球肝炎报告》中对此作进一步说明与数据更新^[25],呼吁到2030年消除作为公共卫生威胁的病毒性肝炎。我国是世界上肝炎人口最多的国家,是全球实现WHO 2030年目标的主要贡献者。我国在预防控制肝炎传染病方面已取得巨大进步,具有实现WHO 2030目标的基础。然而,由于我国人口基数大,现存感染者人数多,诊断与治疗的覆盖率还不全面,按时达到WHO 2030目标仍面临较大挑战。面对疫情后我国肝炎发病数上升,特别是乙肝发病人数最多,以2023年为例,平均月发病数119 200例,高于丙肝的20 217例、戊肝的2 548例和甲肝的1 001例,且2023年8月发病数达到2012—2023年的历史最高值138 875例,必须引起高度重视和采取相应对策和有效措施。要加强疫情后健康教育与宣传,做好肝炎的监测和预防工作,研究肝炎发病流行规律和病毒基因变化,加强疫苗研究和接种、扩大筛查与早诊早治、提升诊疗水平,借鉴

全球的成功经验,加强国际合作与交流以及政策支持与保障等多方面的努力,共同推动肝炎防控和治疗工作的发展,为实现WHO 2030年的目标、推进健康中国建设贡献力量。

利益冲突声明:

所有作者声明无利益冲突。

Conflict of Interests:

The authors declare no competing financial interests.

作者贡献声明:

陈静负责模型构建与文章撰写;瞿怀荣负责数据的收集;赵巍负责图表的制作;冯永华负责项目与资源管理;丁勇负责论文的构思和监督。

Author's Contributions:

CHEN Jing constructed the model and wrote the manuscript. QU Huairong collected the data. ZHAO Wei created the charts. FENG Yonghua managed the resources. DING Yong conceived and supervised this study.

[参考文献]

- [1] 杨瑞锋,陈红松.《2022—2030年全球卫生部门关于艾滋病、病毒性肝炎和性传播疾病行动计划》在病毒性肝炎领域的要求:解读及临床实践[J]. 中华检验医学杂志, 2023, 46(1): 12-18
YANG R F, CHEN H S. Key points for viral hepatitis management in “Global health sector strategies on, respectively, HIV, viral hepatitis and sexually transmitted infections for the period 2022-2030”: interpretation and clinical practice[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2023, 46(1): 12-18
- [2] 张 翀,窦晓光. 重视病毒性肝炎临床终点事件与疗效评价[J]. 中国实用内科杂志, 2023, 43(5): 353-354
ZHANG C, DOU X G. Paying attention to clinical endpoint events of viral hepatitis and efficacy evaluation[J]. Chinese Journal of Practical Internal Medicine, 2023, 43(5): 353-354
- [3] 邵 沛. 积极预防 主动检测 规范治疗 全面遏制肝炎危害——记2019年世界肝炎日宣传大会[J]. 中国社会组织, 2019(15): 33-35
SHAO P. Proactive prevention, proactive detection, standardized treatment, and comprehensive containment of hepatitis harm: the awareness conference on World Hepatitis Day 2019[J]. China Social Organization, 2019(15): 33-35
- [4] 盛秋菊,窦晓光. 乙肝患者早发现、早诊断、早治疗、早获益[J]. 肝博士, 2022(3): 1
SHENG Q J, DOU X G. Early detection, early diagnosis, early treatment and early benefit for hepatitis B patients[J]. Liver Doctor, 2022(3): 1
- [5] CUCINOTTA D, VANELLI M. WHO declares COVID-19 a pandemic[J]. Acta Biomed, 2020, 91(1): 157-160
- [6] MAHASE E. Covid-19: WHO declares pandemic because of “alarming levels” of spread, severity, and inaction[J]. BMJ, 2020, 368: m1036
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发对新型冠状病毒感染实施“乙类乙管”总体方案的通知[EB/OL]. (2022-12-26)[2024-08-01]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202212/e97e4c449d7a475794624b8ea12123c6.shtml>
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on the issuance of the plan for the implementation of treating the novel coronavirus infection as a category B disease[EB/OL]. (2022-12-26)[2024-08-01]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202212/e97e4c449d7a475794624b8ea12123c6.shtml>
- [8] 张翠玲,封 婷,郑真真. 新冠疫情以来中国的出生人口波动解析[J]. 人口与社会, 2024, 40(1): 1-13
ZHANG C L, FENG T, ZHENG Z Z. An analysis of birth fluctuation in China since the COVID-19 pandemic[J]. Population and Society, 2024, 40(1): 1-13
- [9] 王春荣. 新冠疫情防控下手足口病肠道病毒的流行特征及变迁趋势[J]. 世界华人消化杂志, 2024, 32(4): 254-260
WANG C R. Epidemic characteristics and changing trend of enterovirus infections in the context of prevention and control of COVID-19 epidemic[J]. World Chinese Journal of Digestology, 2024, 32(4): 254-260
- [10] KE G B, HU Y, HUANG X, et al. Epidemiological analysis of hemorrhagic fever with renal syndrome in China with the seasonal-trend decomposition method and the exponential smoothing model[J]. Sci Rep, 2016, 6: 39350
- [11] 姚汶伶,马蒙蒙,刘艳慧,等. 基于季节性分解在广州市2015—2022年流感季节性及其病原变迁分析中的应用[J]. 中国公共卫生, 2023, 39(7): 823-829
YAO W L, MA M M, LIU Y H, et al. Seasonal characteristics and virus strain variation of influenza epidemics in Guangzhou city, 2015-2022: seasonal-trend decomposition-based analysis[J]. Chinese Journal of Public Health, 2023, 39(7): 823-829
- [12] 马一鸣,丁 勇. 我国2012—2021年4种肝炎流行趋势的时间序列分析和预测[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2024, 44(1): 72-79
MA Y M, DING Y. Time series analysis and forecasting of four hepatitis epidemic trends in China from 2012 to 2021 [J]. Journal of Nanjing Medical University (Nature Sciences), 2024, 44(1): 72-79
- [13] FENG L Z, 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

- [14] LAI S J, RUKTANONCHAI N W, CARIOLI A, et al. Assessing the effect of global travel and contact restrictions on mitigating the COVID-19 pandemic[J]. *Engineering*, 2021, 7(7): 914-923
- [15] BRAUNER J M, MINDERMAN S, SHARMA M, et al. Inferring the effectiveness of government interventions against COVID - 19 [J]. *Science*, 2021, 371 (6531) : eabd9338
- [16] 李 锋, 魏 莹. 传染病扩散的对策及医疗资源配置问题研究——以新冠疫情为例[J]. *工业工程与管理*, 2024, 29(2): 114-129
LI F, WEI Y. The study of prevention strategies and healthcare resource allocation problem in COVID - 19 spreading scenarios[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2024, 29(2): 114-129
- [17] 王 栋, 田勇泉, 钱招昕, 等. 新冠肺炎疫情下跨区域医疗人力资源的应急调度研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(8): 742-747
WANG D, TIAN Y Q, QIAN Z X, et al. Emergency dispatching of trans-regional medical human resources under COVID - 19 epidemic [J]. *Chinese Journal of Infection Control*, 2021, 20(8): 742-747
- [18] World Health Organization. Global hepatitis report 2024: Action for access in low- and middle-income countries [EB/OL]. (2024-04-09) [2024-08-01]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240091672>.
- [19] 庄 辉. 消除乙型肝炎进展[J]. *临床肝胆病杂志*, 2024, 40(5): 857-860
ZHUANG H. Progress towards elimination of hepatitis B[J]. *Journal of Clinical Hepatology*, 2024, 40(5): 857-860
- [20] US Center For Disease Control and Prevention. 2023 viral hepatitis national progress report[EB/OL]. (2023-08-08) [2024-08-01]. <https://www.cdc.gov/hepatitis/policy/npr/2023/index.htm>.
- [21] COOKE G S, FLOWER B, CUNNINGHAM E, et al. Progress towards elimination of viral hepatitis: a lancet gastroenterology & hepatology commission update [J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2024, 9(4): 346-365
- [22] World Health Organization. Global health sector strategy on viral hepatitis 2016-2021. Towards ending viral hepatitis[EB/OL]. (2016-05-17) [2024-08-01]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIV-2016.06>
- [23] 吴晓宁, 尤 红, 贾继东. 迈向再无病毒性肝炎威胁的2030[J]. *肝脏*, 2023, 28(1): 28-30
WU X N, YOU H, JIA J D. Towards 2030: no threat of viral hepatitis[J]. *Chinese Hepatology*, 2023, 28(1): 28-30
- [24] 崔富强, 王富珍, 郑 徽, 等. 大力推动我国实现消除病毒性肝炎公共卫生威胁的目标[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(9): 1523-1526
CUI F Q, WANG F Z, ZHENG H, et al. Introduction of World Health Organization strategies and the technical advisory committee actions on viral hepatitis control and status of the elimination of viral hepatitis in China [J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2021, 42 (9) : 1523-1526
- [25] World Health Organization. Global hepatitis report , 2017 [EB/OL]. (2017-04-19) [2024-08-01]. <https://www.who.int/publications/item/9789241565455>

[收稿日期] 2024-08-15

(本文编辑: 陈汐敏)