

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20221965

· 论 著 ·

常态化应对重大传染病流行事件的医疗机构协作网络研究 ——基于社会网络分析视角

王 栋^{1,2}, 田勇泉², 王锦泓^{1,3}, 张 洁^{1,3}

(1. 中南大学湘雅医院医院综合评价中心, 湖南 长沙 410008; 2. 中南大学湘雅公共卫生学院社会医学与卫生事业管理系, 湖南 长沙 410078; 3. 中南大学医院管理研究所, 湖南 长沙 410008)

[摘要] **目的** 分析常态化应对重大传染病流行事件医疗机构的网络特征和区域协作关系, 为优化平急结合的区域医疗救治体系提供参考。**方法** 以湖南省 344 所发热门诊和 120 所定点救治医院为研究对象, 采用地理信息系统方法构建发热门诊和定点医院的时空关联, 采用社会网络分析方法对医疗机构协作网络进行中心性和聚类分析, 并基于 Yifan Hu 力导向算法进行网络可视化展示。**结果** 发热门诊与定点救治医院的协作网络节点数共 344 个, 边数共 887 个; 在省市县三个层级的定点救治医院中, 长沙市第一医院、湘潭市中心医院、望城区人民医院较同级别机构辐射能力更强, 南华大学附属第一医院、娄底市中心医院、涟源市人民医院处于相对“独立”状态, 南华大学附属第一医院、邵阳市中心医院、涟源市人民医院在协作网络中发挥“桥梁”作用; 协作网络的模块度值为 0.687, 空间上聚类形成 5 个群组。**结论** 湖南省常态化应对重大流行病事件的医疗协作网络呈现出“四片区一枢纽”的结构关系, 包括围绕 4 个省级定点医院、覆盖多个市州的区域型子网络, 以及覆盖单一市州、与多个片区连接的枢纽型子网络; 协作网络中的定点医院可以分为中心型、支援型、替补型三种类别; 建议通过按照定点医院的类型细化功能定位以及依据主要协作区签订城际合作协议, 以形成有效、有序的区域性应急协同合作机制。

[关键词] 重大传染病流行事件; 发热门诊; 定点救治医院; 社会网络分析

[中图分类号] R183

Collaborative network of medical institutions in regular response to epidemic events of major infectious diseases ——Based on the perspective of social network analysis

WANG Dong^{1,2}, TIAN Yong-quan², WANG Jin-hong^{1,3}, ZHANG Jie^{1,3} (1. Hospital Comprehensive Evaluation Center, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China; 2. Department of Social Medicine and Health Management, Xiangya School of Public Health, Central South University, Changsha 410078, China; 3. Hospital Administration Institute, Central South University, Changsha 410008, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the network characteristics and regional collaborative relationship of medical institutions that regularly respond to epidemic events of major infectious diseases, and provide reference for the optimization of regional medical treatment system with the combination of regular and emergency. **Methods** 344 fever clinics and 120 designated treatment hospitals in Hunan Province are selected as the research objects, geographic information system (GIS) method is adopted to construct the spatial association between fever clinics and designated hospitals, social network analysis (SNA) is adopted to analyze the centrality and cluster of collaborative network of medical institutions, and based on Yifan Hu force-directed graph drawing show algorithm for network visualization.

[收稿日期] 2021-10-08

[基金项目] 2021 年湖南省卫健委科研课题(202115020334); 2021 年中南大学湘雅医院管理研究基金智库专项(2021GL22)

[作者简介] 王栋(1987-), 男(汉族), 湖南省娄底市人, 助理研究员, 主要从事医院管理和医疗资源研究。

[通信作者] 张洁 E-mail: 3593417@qq.com

Results There are 344 nodes and 887 edges in the collaborative network between fever clinics and designated hospitals; among the designated hospitals at the provincial, municipal and county levels, the First Hospital of Changsha, Xiangtan Central Hospital, and the People's Hospital of Wangcheng Distric have stronger radiation capacity than institutions of the same level, the First Affiliated Hospital of University of South China, Loudi Central Hospital, and the People's Hospital of Lianyuan are relatively "independent". The First Affiliated Hospital of University of South China, Central Hospital of Shaoyang and the People's Hospital of Lianyuan play the role of "Bridges" in the collaborative network; the modularity value of the collaborative network is 0.687, and the spatial clustering forms 5 groups. **Conclusion** Medical collaborative network in regular response to epidemic events of major infectious diseases in Hunan Province presents the structure of "four districts and one hub", including the regional sub-network covering four provincial designated hospitals and multiple cities, as well as the hub-type sub-network covering a single city and connecting with multiple districts; the designated hospitals in the collaborative network can be divided into three types: central type, support type and substitute type. In order to form an effective and orderly regional emergency coordination mechanism, it is suggested to refine the function positioning according to the types of designated hospitals and sign inter-city collaborative agreements according to the main collaborative areas.

[Key words] epidemic event of major infectious disease; fever clinic; designated treatment hospital; social network analysis

新型冠状病毒肺炎(简称新冠肺炎)是近百年来传播速度最快、感染范围最广、防控难度最大的突发公共卫生事件,目前仍在全球范围内不断传播蔓延,我国疫情形势总体上呈现零星散发的常态化防控状态^[1-2]。发热门诊和定点医院对于传染病早期发现和暴发过程的救治应对具有积极作用^[3-4]。由于突发事件日益呈现出跨域性特征,应急管理需要构建合作式结构以及多主体参与的混合网络^[5],发热门诊和定点医院作为常态化应对新冠肺炎疫情的重要主体,研究分析医疗救治网络的结构特征,识别并发挥区域关键医疗机构的作用,对于促进救治体系的协同联动和应对重大传染病流行事件有着重要意义。本文采用社会网络分析(social network analysis, SNA)方法对常态化应对新冠肺炎疫情的医疗救治网络的结构特征与机构间关联关系进行分析,并提出优化平急结合的医疗救治体系的政策建议,以期常态化应对新冠肺炎疫情,以及各类重大传染病流行事件提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据收集 发热门诊和定点医院等医疗机构名册来源于湖南省卫生健康委《关于开展医疗机构秋冬季新冠肺炎医疗救治工作专项督导的通知》等官方资料,采用规划云([http://www. guihuayun. com/](http://www.guihuayun.com/))经纬度拾取工具获取医疗机构地理信息;湖南省省级、市级、区县级矢量边界数据来源于国家地理信息公共服务平台([https://www. tianditu. gov. cn/](https://www.tianditu.gov.cn/)),通过 QGIS 下载;路网数据来源于 Open-

StreetMap ([https://www. openstreetmap. org/](https://www.openstreetmap.org/)),使用 QGIS 获取,数据年份为 2020 年。

1.2 数据处理 依据医疗机构间的距离关系与通行成本构建湖南省 344 所发热门诊和 120 所定点医院的网络矩阵。按照患者就近分级转诊原则,采用 ArcGIS 10.3“最近设施点分析”构建发热门诊与定点医院、定点医院之间的两类关联关系,规则为发热门诊分别与最近的县级、市级、省级定点医院建立关联,既设置发热门诊又为定点医院的机构仅与上一级定点医院进行关联;县级定点医院与最近的市级、省级定点医院的关联,市级定点医院与最近的省级定点医院的关联。最近设施点基于湖南省路网计算,并按照《公路工程技术标准》和地区特点选取山区交通测度方式,对不同等级道路通行速度属性进行赋值,其中高速公路 80 km/h、国道 65 km/h、省道 50 km/h、县道 40 km/h、乡道 30 km/h、城市一级道路 65 km/h、城市二级道路 40 km/h。采用 EXCEL 建立关联矩阵数据库^[6]。

1.3 研究方法 采用 SNA 方法对区域内发热门诊和定点医院的关联网络进行可视化分析。采用节点数、连接数描述网络规模;采用点度中心度(degree centrality, DC)、接近中心度(closeness centrality, CC)、中介中心度(betweenness centrality, BC)分析识别区域网络中具有影响力的医疗机构,其中 DC 越大表明该节点连接的节点越多,CC 越大表明该节点的联系较少受到第三节点的影响,BC 越大表明该节点对网络中其他节点的控制力越大^[7];采用 BGLL 算法^[8]进行社区发现(community detection)

来判断医疗救治网络中的聚类和群组现象, BGLL算法是一种经典的基于模块度(modularity)优化的启发式算法, 通过设置不同 resolution 参数^[9]调节群组数量, 本文中参数采用默认设置 1.0。应用社会网络分析软件对网络布局进行渲染和可视化, 并以 Yifan Hu 力导向算法^[10]对网络进行布局优化。根据不同社会网络分析软件的特点^[11], 使用 Ucinet 6.0 统计网络特征, 使用 Gephi0.9.2 进行网络布局渲染和可视化。

2 结果

2.1 发热门诊与定点医院的空间布局与关联情况

湖南省设有发热门诊的医疗机构共 344 所, 其中设置为定点医院 120 所(占 34.88%), 包括省级定点医院 4 所、市级定点医院 19 所、县级定点医院 97 所。岳阳和邵阳设有发热门诊的医疗机构数量较多(37 所), 怀化定点医院数量较多(15 所); 根据“最近设施点分析”建立的医疗机构协作网络, 连接边的数量共 887 个, 其中发热门诊与定点医院的边数为 674 个(占 75.99%), 定点医院之间的边数为 213 个(占 24.01%)。见图 1。

2.2 医疗机构协作网络的节点中心性分析 基于发热门诊与定点医院、不同级别定点医院之间的空间联系, 测算医疗机构协作网络的中心性指标, 并在不同级别的定点医院中识别网络中具有影响力的机构。DC 方面: 在省级定点医院中长沙市第一医院较高(DC = 35.86), 市级定点医院中湘潭市中心医

院较高(DC = 11.66), 县级定点医院中望城区人民医院较高(DC = 6.41), 说明三所医院在同级别医疗机构中辐射的机构数量较多, 在协作网络中处于更为重要的“中心”位置。CC 方面: 在省级定点医院中南华大学附属第一医院较高(CC = 34.58), 市级定点医院中娄底市中心医院较高(CC = 33.46), 县级定点医院中涟源市人民医院较高(CC = 33.17), 说明三所医院相比同级别的医疗机构, 在网络中的联系较少受到第三方节点的影响, 处于较为“独立”地位。BC 方面: 在省级定点医院中南华大学附属第一医院较高(BC = 54.46), 市级定点医院中邵阳市中心医院较高(BC = 28.11), 县级定点医院中涟源市人民医院较高(BC = 15.95), 说明三所医院与其他医疗机构之间的协作形成了中介影响, 在协作网络中处于较为“桥梁”地位。

2.3 医疗机构网络的空间特征分析 按照 BGLL 算法计算获得模块度(modularity)值为 0.687, 湖南省发热门诊和定点医院在空间上聚类形成 5 个群组。群组 1 医疗机构的数量较多, 节点数为 102 个(占 29.65%), 主要覆盖衡阳、永州、郴州、邵阳、株洲等五个市州, 群组内 DC 排前 3 的医院为南华大学附属第一医院、南华大学附属南华医院、郴州市第一人民医院; 群组 2 中医疗机构之间的连接数较多, 边数为 268 个(占 30.21%), 主要覆盖长沙、株洲、湘潭、岳阳四个市州, 群组内 DC 排名前 3 的医院为长沙市第一医院、湘潭市中心医院、岳阳市第一人民医院。5 个群组间两两联系的边数共 52 个, 其中群组 1 和群组 2 的联系较多, 边数为 24 个。见表 2、图 2。

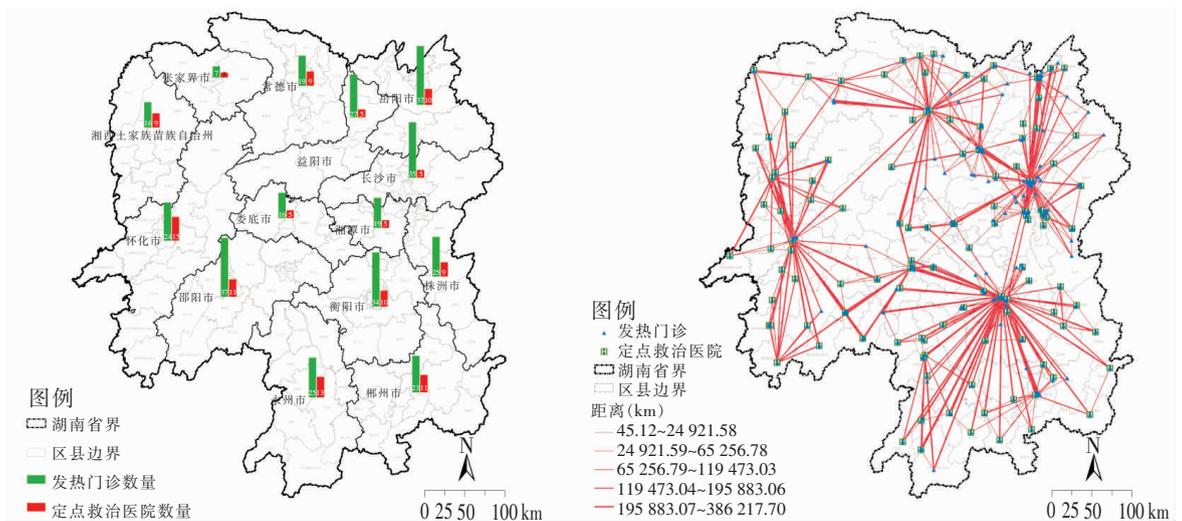


图 1 湖南省发热门诊与定点医院的分布与关系图

Figure 1 Distribution and relationship of fever clinics and designated hospitals in Hunan Province

表 1 湖南省协作网络中重要定点医院的中心性指标情况

Table 1 Centrality indicators of important designated hospitals in the collaborative network in Hunan Province

机构类型	DC			CC			BC		
	医院	所属市州	数值	医院	所属市州	数值	医院	所属市州	数值
省级定点	长沙市第一医院	长沙市	35.86	南华大学附属第一医院	衡阳市	34.58	南华大学附属第一医院	衡阳市	54.46
	南华大学附属第一医院	衡阳市	31.78	长沙市第一医院	长沙市	31.53	长沙市第一医院	长沙市	47.88
	湖南医药学院第一附属医院	怀化市	17.20	常德市第一人民医院	常德市	30.60	常德市第一人民医院	常德市	25.45
市级定点	湘潭市中心医院	湘潭市	11.66	娄底市中心医院	娄底市	33.46	邵阳市中心医院	邵阳市	28.11
	益阳市第四人民医院	益阳市	10.79	邵阳市中心医院	邵阳市	31.27	娄底市中心医院	娄底市	18.88
	南华大学附属南华医院	衡阳市	9.91	益阳市第四人民医院	益阳市	28.14	张家界市人民医院	张家界市	9.13
县级定点	望城区人民医院	长沙市	6.41	涟源市人民医院	娄底市	33.17	涟源市人民医院	娄底市	15.95
	沅江市人民医院	益阳市	3.79	双峰县人民医院	娄底市	33.08	龙山县人民医院	湘西州	4.31
	岳阳楼区人民医院	岳阳市	3.50	新化县人民医院	娄底市	31.27	新化县人民医院	娄底市	4.01

注:按 3 种中心性数值降序排序,分别展示省、市、县级定点医院的前 3 位。

表 2 湖南省发热门诊与定点医院协作网络的聚类情况

Table 2 Clustering of collaborative network between fever clinics and designated hospitals in Hunan Province

群组	节点		边*		覆盖市州	核心医院
	数量	占比(%)	数量	占比(%)		
群组 1	102	29.65	254	28.64	衡阳市、永州市、郴州市、邵阳市、株洲市	南华大学附属第一医院、南华大学附属南华医院、郴州市第一人民医院
群组 2	101	29.36	268	30.21	长沙市、株洲市、湘潭市、岳阳市	长沙市第一医院、湘潭市中心医院、岳阳市第一人民医院
群组 3	70	20.35	153	17.25	常德市、益阳市、张家界市、娄底市、岳阳市、长沙市、湘西州	常德市第一人民医院、益阳市第四人民医院、常德市第二人民医院
群组 4	61	17.73	144	16.23	怀化市、湘西州、邵阳市	湖南医药学院第一附属医院、湘西土家族苗族自治州人民医院、邵阳市中心医院
群组 5	10	2.91	16	1.80	娄底市	娄底市中心医院、涟源市人民医院、双峰县人民医院

注: * 表示群组间联系的边数共 52 个(占 5.86%)。

3 讨论

3.1 医疗协作网络的构建与网络分析方法 本研究以湖南省 344 所医疗机构发热门诊和 120 所定点医院作为研究对象,结合医疗机构的空间关系构建协作网络,并采用 SNA 方法对发热门诊和定点院所形成的医疗救治协作网络进行分析。在医疗机构协作网络的构建上,本研究按照空间就近转诊和分级转诊的两个原则,模拟构建发热门诊与定点医院之间、两个定点医院之间的连接关系,其中空间就近关系通过 ArcGIS 10.3“最近设施点分析”,以行车为通行方式,基于湖南省真实的交通路网计算形成,分级转诊主要依据湖南省卫生健康行政部门设定的定点医院级别属性(县级、市级、省级)确定。在医疗系统相关研究中,患者就医选择是医疗机构间合作的一个重要影响因素^[12],但本研究在构建机构关联时并未考虑患者就医行为因素,主要是因为应

急医疗救治体系通常在统一管理和严格秩序下运行,及时就近、分层分级的应急处置能够更好地实现医疗资源的最大化利用,因此本研究模拟的是重大传染病流行事件情境下救治体系协作的距离成本最低、空间效率最大化的情况,并未充分考虑各医疗机构本身的救治能力,总体上是对理想化的医疗协作网络进行的分析。

在网络分析方法的选择上,SNA 是综合运用图论、数学模型,研究网络及处于网络的行动者的一种分析方法,包括网络规模分析、中心性分析、凝聚子群分析等,其核心是从“关系”角度刻画网络特征、形态和结构,以及网络成员的个体属性^[13-14],该方法在医疗卫生领域已广泛应用于医疗机构服务网络^[15]、卫生应急网络^[16]研究。为揭示重大传染病流行事件下医疗机构的角色以及区域医疗协作关系,本研究利用中心性分析网络节点的基本属性,采用社区探索模块化方法分析医疗协作网络结构特征。

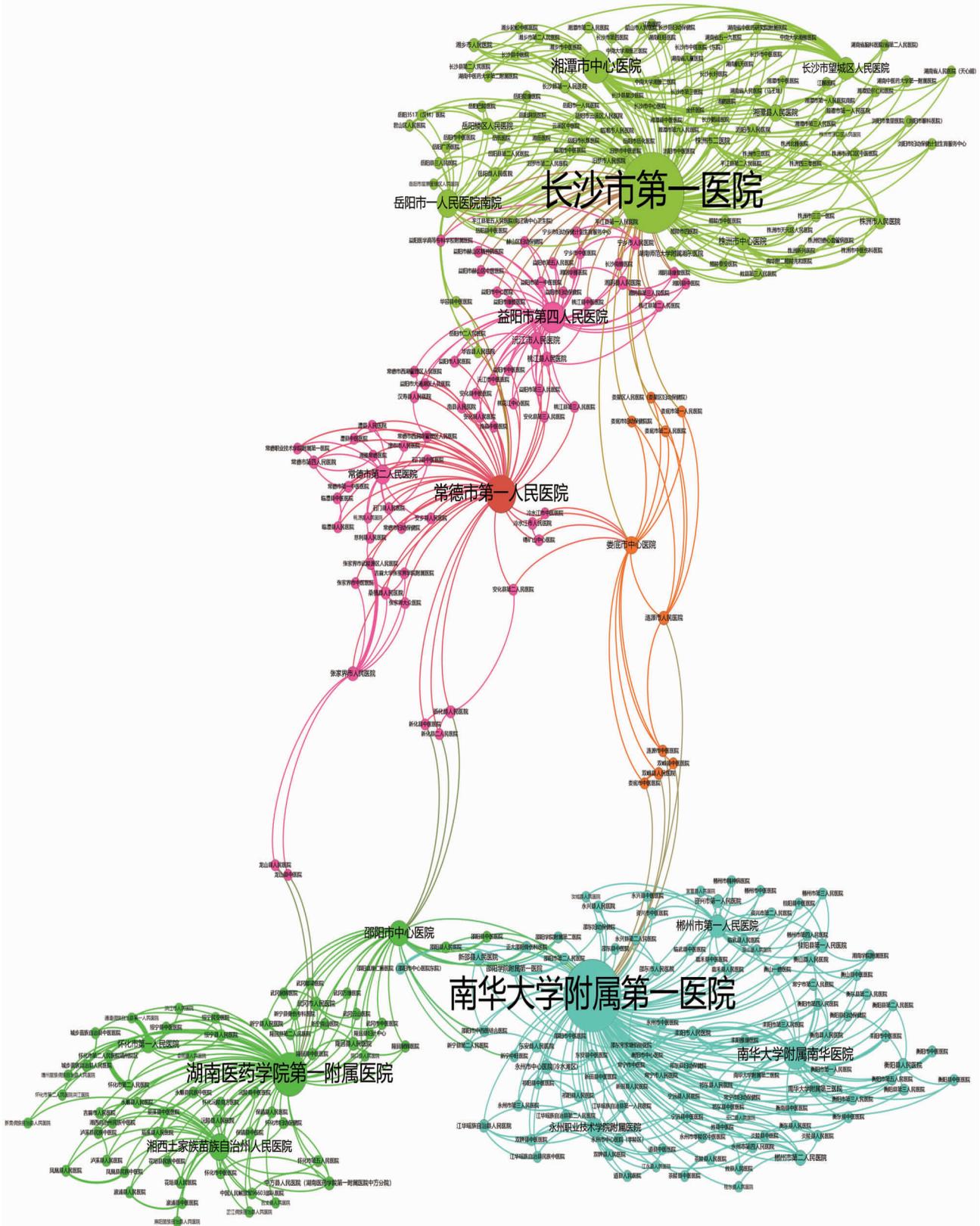


图2 湖南省发热门诊与定点医院协作网络图

Figure 2 Network diagram of collaboration between fever clinics and designated hospitals

3.2 区域医疗协作网络的结构特征和关键机构

本研究中整体网络在空间上聚集形成了覆盖长沙、湘潭、株洲、岳阳的湖南省东北部协作区，覆盖衡阳、

永州、郴州的湖南省东南部协作区，覆盖常德、益阳、张家界的湖南省西北部协作区，覆盖怀化、湘西州、邵阳的湖南省西南部协作区，以及覆盖娄底的中部

独立区。总体上,湖南省应对重大流行病事件的医疗机构协作网络呈现出“四片区一枢纽”的结构关系,即以 4 个省级定点医院为中心、覆盖多个市州的区域型子网络,以及覆盖单一市州、与多个片区连接的枢纽型子网络。

在关键医疗机构的识别方面,首先省级定点医院在区域内发挥着重要的辐射带动作用,长沙市第一医院 DC 最高,其空间辐射的医疗机构数量最多,符合该医院地处省会城市中心以及创建国家传染病区域医疗中心的功能定位,是湖南省在应对重大传染病流行事件上最为关键机构之一,此外南华大学附属第一医院、湖南医药学院第一附属医院、常德市第一人民医院分别在相应的协作片区处于中心地位。其次,市级定点医院在市域范围内处于中心地位,同时在跨市协作和分级协作层面主要发挥着衔接作用。本研究中湘潭市中心医院、益阳市第四人民医院、南华大学附属南华医院的 DC 最高,为市域范围内辐射能力较强的重要机构,而娄底市中心医院、邵阳市中心医院的 CC 和 BC 较高,表明其在网络中相对独立且连接不同市州的多个医院,从跨市和分级协作的角度,两者是较为重要的机构;最后,按照新冠肺炎救治“四集中”原则(集中患者、集中专家、集中资源、集中救治),县级定点医院的功能定位主要是承担资源补充与兜底作用,是省市两级定点医院无法实现集中救治且出现医疗资源挤兑时的重要补充,在湖南省整个救治网络中望城区人民医院、沅江市人民医院、岳阳楼区人民医院的 DC 较高,连接的机构较多,可作为优先的替补资源,同时也可按照不同群组,识别 DC 较高的县级定点医院作为协作区内主要替补资源。

3.3 应对重大传染病流行事件的医疗救治体系的优化建议 整合型医疗卫生服务体系建设是当前我国医药体制改革的重要方向之一,面对新冠疫情暴露出的我国医疗卫生体系治理方面的短板与不足,通过加强区域内各级各类医疗卫生资源的协同与融合,对医防融合、健康促进和保障群众健康水平方面都有着积极作用^[17]。结合本研究对医疗机构网络特征和机构属性的分析,对应对重大传染病流行事件的医疗救治体系提出如下两点政策建议。

一是进一步明确各级各类定点医院的功能定位。从本研究 SNA 结果来看,综合考虑网络中心性和级别属性,定点医院可以分为中心型、支援型、替补型三种主要类型,在应对重大事件时,中心型机构是整体区域和局部区域内落实“四集中”救治原则

的主力军,在疫情局部散发或多点散发的情况下,主要由中心型机构承担救治任务,尤其是危重患者的救治,如长沙市第一医院、湘潭市中心医院等省级定点医院属于此类别;支援型医疗机构是疫情局部暴发需要跨区域资源协作的情况下,可以承担最及时的区域支援任务的医疗机构,如娄底市中心医院、邵阳市中心医院属于此类别;替补型机构是疫情局部或多点暴发、区域出现医疗资源挤兑时,可以提供轻型、普通型患者救治资源补充,从而为中心型机构落实危重患者救治提供支撑的医疗机构,大部分县级定点医院为此类型。落实定点医院的功能定位是构成有效、有序的救治协作机制的基础。

二是建立应对重大传染病流行事件的城际合作机制。防疫治理是典型的跨区域、跨层级和跨部门的治理领域,需要实现不同层面和不同主体之间的合作协同,因此建立科学、有效、有序的区域协同合作机制,对完善重大疫情防控体制机制,健全国家公共卫生应急管理体系意义重大^[18]。本研究中湖南省发热门诊和定点医院主要形成了以省级定点医院为核心的四个协作区,可以参照内地、香港、澳门签订《关于突发公共卫生事件应急机制合作协议》的方式,片区内的市州人民政府或卫生健康行政部门通过签订城际合作协议,就急救治体系融合建设、应急处置协同联动、应急技术联合攻关、应急人才培养等方面开展深入的合作和交流;同时在省级层面可以将平急结合的区域协同能力建设纳入区域发展规划和战略中,将区域性的卫生应急集群融入城市群、经济带、合作区的建设,从而提升区域发展的整体性和协调性。

利益声明:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] 高文静,王波,吕筠,等. 新型冠状病毒肺炎流行现状及应对策略进展[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(1): 22-27.
Gao WJ, Wang B, Lv J, et al. Current status of COVID-19 pandemic and progress in response strategy[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2021, 42(1): 22-27.
- [2] 梁万年,姚建红,吴敬,等. 我国新型冠状病毒肺炎疫情防控常态化阶段的经验与思考[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(10): 695-699.
Liang WN, Yao JH, Wu J, et al. Experience and thinking on the normalization stage of prevention and control of COVID-19 in China[J]. National Medical Journal of China, 2021, 101(10): 695-699.

- [3] Li Q, Guan XH, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(13): 1199–1207.
- [4] Luo ZJ, Zhang Y, Zheng Y, et al. Prevention of SARS-CoV-2 transmission from international arrivals: Xiaotangshan Designated Hospital, China[J]. *Bull World Health Organ*, 2021, 99(5): 374–380.
- [5] 张海波, 陶志刚. 公共卫生事件应急管理中政府部门间合作网络的变化[J]. *武汉大学学报(哲学社会科学版)*, 2021, 74(4): 114–126.
- Zhang HB, Tao ZG. The change of interagency networks in the emergency management of public health incidents[J]. *Wuhan University Journal(Philosophy & Social Science)*, 2021, 74(4): 114–126.
- [6] 王栋, 田勇泉, 钱招昕, 等. 应对传染病流行事件的发热门诊和定点救治医院空间可达性分析——以湖南省为例[J]. *中国卫生政策研究*, 2021, 14(8): 74–79.
- Wang D, Tian YQ, Qian ZX, et al. An analysis on spatial accessibility of fever clinics and designated hospitals in response to epidemic events of infectious diseases: a case study of Hunan province[J]. *Chinese Journal of Health Policy*, 2021, 14(8): 74–79.
- [7] 李树祥, 庄倩, 褚淑贞. 社会网络分析视角下的长江经济带医药产业空间分布与关联网络分析[J]. *中国药房*, 2020, 31(1): 1–6.
- Li SX, Zhuang Q, Chu SZ. Analysis of spatial distribution and association network of pharmaceutical industry in the Yangtze River Economic Belt from the perspective of social network analysis[J]. *China Pharmacy*, 2020, 31(1): 1–6.
- [8] Blondel VD, Guillaume JL, Lambiotte R, et al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. *J Stat Mech: Theory Exp*, 2008, 2008(10): P10008.
- [9] Lambiotte R, Delvenne JC, Barahona M. Random walks, Markov processes and the multiscale modular organization of complex networks[J]. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 2014, 1(2): 76–90.
- [10] Hu YF. Efficient, high-quality force-directed graph drawing[J]. *Math J*, 2006, 10(1): 37–71.
- [11] 邓君, 马晓君, 毕强. 社会网络分析工具 Ucinet 和 Gephi 的比较研究[J]. *情报理论与实践*, 2014, 37(8): 133–138.
- Deng J, Ma XJ, Bi Q. Comparative study on social network analysis tools UCINET and Gephi[J]. *Information Studies: Theory & Application*, 2014, 37(8): 133–138.
- [12] 段晖, 刘颖, 张英楠, 等. 北京市医联体政策背景下慢病患者就医选择影响因素研究[J]. *中国卫生政策研究*, 2020, 13(6): 14–20.
- Duan H, Liu Y, Zhang YN, et al. Study on the influencing factors of the medical treatment choices of chronic disease patients under the background of Beijing integrated health care system[J]. *Chinese Journal of Health Policy*, 2020, 13(6): 14–20.
- [13] 曹海军, 陈宇奇. 社会网络分析在医疗和公共卫生中的应用[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(3): 398–403.
- Cao HJ, Chen YQ. Application of social network analysis in medical and public health practice[J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2020, 36(3): 398–403.
- [14] 刘凤, 傅利平, 许凯渤. 医疗卫生服务府际与城际合作网络结构与效应测度——以京津冀区域为例[J]. *东北大学学报(社会科学版)*, 2021, 23(4): 59–66, 75.
- Liu F, Fu LP, Xu KB. Structure and effect measurement of inter-government and inter-city cooperation network of medical and health services: taking Jingjinji Metropolitan Region as an example[J]. *Journal of Northeastern University(Social Science)*, 2021, 23(4): 59–66, 75.
- [15] 陈彤, 张琳, 郑建中, 等. 基于 SNA 的山西省基层医疗卫生机构服务能力研究[J]. *中国卫生事业管理*, 2017, 34(6): 428–431.
- Chen T, Zhang L, Zheng JZ, et al. Studying on the ability to medical service of grass-roots medical institutions in Shanxi province based on SNA[J]. *Chinese Health Service Management*, 2017, 34(6): 428–431.
- [16] Harris JK, Clements B. Using social network analysis to understand Missouri's system of public health emergency planners[J]. *Public Health Rep*, 2007, 122(4): 488–498.
- [17] 王俊, 王雪瑶. 中国整合型医疗卫生服务体系研究: 政策演变与理论机制[J]. *公共管理学报*, 2021, 18(3): 152–167, 176.
- Wang J, Wang XY. Research on China's integration of health services: policy evolution and theoretical mechanism[J]. *Journal of Public Management*, 2021, 18(3): 152–167, 176.
- [18] 锁利铭. 制度性集体行动框架下的卫生防疫区域治理: 理论与经验与对策[J]. *学海*, 2020(2): 53–61.
- Suo LM. Regional governance of health and epidemic prevention under the framework of institutional collective action: theory, experience and countermeasures[J]. *Academia Bimestrie*, 2020(2): 53–61.

(本文编辑:左双燕)

本文引用格式:王栋,田勇泉,王锦泓,等.常态化应对重大传染病流行事件的医疗机构协作网络研究——基于社会网络分析视角[J].中国感染控制杂志,2022,21(3):249–255. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20221965.

Cite this article as: WANG Dong, TIAN Yong-quan, WANG Jinhong, et al. Collaborative network of medical institutions in regular response to epidemic events of major infectious diseases——Based on the perspective of social network analysis[J]. *Chin J Infect Control*, 2022, 21(3): 249–255. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20221965.