

Research
Public Health—Article

新冠病毒肺炎患者医学观察和救治集中隔离场所——感染风险最小化管控的中国武汉经验

王先良^{a,#}, 王姣^{a,#}, 沈瑾^{a,#}, John S. Ji^{b,c}, 潘力军^a, 刘航^a, 赵康峰^a, 李莉^a, 应波^a, 樊琳^a, 张流波^a, 王林^a, 施小明^{a,d,*}

^a China CDC Key Laboratory of Environment and Population Health, National Institute of Environmental Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China

^b Environmental Research Center, Duke Kunshan University, Kunshan 215316, China

^c Nicholas School of the Environment, Duke University, Durham, NC 27708, USA

^d Center for Global Health, School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 November 2020

Revised 25 February 2021

Accepted 22 April 2021

Available online 22 April 2021

关键词

集中隔离
风险控制
传染病患者
密切接触者
新冠病毒肺炎

摘要

新冠病毒肺炎 (COVID-19) 疫情大流行给整个医疗系统带来沉重的负担, 同时暴露出医疗系统对医疗资源和物理空间的极大需求, 但是目前很少有研究探讨医疗资源和物理空间的高效利用。因此, 本研究旨在总结中国在新冠病毒肺炎疫情期间用于医学观察和救治的集中隔离场所的经验, 以期为进一步提升对确诊病例、疑似病例和密切接触者的管理水平提供建议。通过对三种类型的集中隔离场所 (方舱医院、非定点医院和隔离宾馆) 进行改建, 对确诊和疑似病例进行了治疗和隔离。这些场所减轻了即时空间需求。此外, 为了减小这些场所内的感染风险, 监管机构和政府机构实施了新的设计、管理和预防措施, 以最大限度减少感染风险。其他国家和地区可以借鉴中国武汉的实践经验, 通过对社会资源进行优化配置来应对 COVID-19 疫情大流行。总之, 为了应急响应, 政府应该统筹分配社会资源, 建设集中隔离场所; 卫生机构应该发布集中隔离场所规定, 对这些场所的日常管理予以高度重视; 需要组建一支跨领域管理团队以支持集中隔离场所的日常运营; 鼓励集中隔离政策的深入研究和国际合作。

©2021 THE AUTHORS. Published by Elsevier LTD on behalf of Chinese Academy of Engineering and Higher Education Press Limited Company. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. 前言背景

当前新冠病毒肺炎 (COVID-19) 已在200多个国家中迅速传播[1]。严重急性呼吸综合征冠状病毒2 (SARS-CoV-2) 不仅可以通过呼吸道飞沫传播[2], 还可以在物体表面 (包括金属、玻璃、塑料表面等) 停留数天, 从而提高密闭空间中的感染风险[3]。自世界卫生组织

(WHO) 正式宣布 COVID-19 大流行以来, 截至2021年3月31日, 全球 COVID-19 累计确诊病例超过1.28亿, 死亡逾280万人[1]。在许多国家, COVID-19 大流行的特征是确诊病例呈指数增长, 特别是在大流行早期[4,5]。有研究报道, 武汉部分住院患者的病死率 (CFR) 在疫情初期为15%, 随后降至1.4%, 同时伴随确诊病例数的上升[5,6]。但是, 老年病例和患有呼吸系统疾病的病

* Corresponding author.

E-mail address: shixm@chinacdc.cn (X. Shi).

These authors contributed equally to this work.

例存活率较低[5,7]。据医务人员估计,所有感染中约有60%来自轻症或无症状病例[8]。根据《中国-世界卫生组织新型冠状病毒肺炎联合考察报告》,在中国55 924例COVID-19病例中,有80%表现为轻度至中度症状[9]。但是,当时还没有有效的药物或疫苗,因此隔离成为抑制COVID-19传播的关键预防措施之一[10]。必须通过隔离确诊病例、疑似病例和密切接触者来预防病毒传播给健康人[11]。然而,由于COVID-19的迅速传播,几天之内就会出现大量轻度至中度症状的COVID-19病例和密切接触者,这将对现有医疗资源造成持续的压力。武汉、伦巴第和纽约等国家和地区的报告显示,由于大量轻度至中度症状的COVID-19病例,所有负压病房都被占用,导致重症病例的病死率升高[1,12,13]。此外,迫切需要普通的单人病房和独立的隔离空间分别对疑似病例和密切接触者进行隔离和筛查。

在这样的背景下,由于疫情对医疗系统造成的负担,特别在发展中国家,COVID-19大流行期间可能无法保证常规医学观察和治疗。因此,为了在大流行期间最大限度地提高医疗服务能力,公共卫生机构需要针对不同患者群体制定灵活的管理策略。集中隔离指将公众聚集在一个场所,并切断其与外界的联系。据我们所知,本研究是首个基于政府决策和公共卫生视角,对中国用于新冠病毒肺炎病例观察和救治的集中隔离进行系统阐述的研究。因此,本研究的目的是总结在中国COVID-19大流行期间用于医学观察和救治的集中隔离场所的经验,并为进一步改善对确诊病例、疑似病例和密切接触者的管理提供建议。

2. 用于 COVID-19 感染风险控制的集中隔离策略

有效的集中隔离是减缓或停止COVID-19传播的合理对策[14]。理想的隔离场所包括医院和独立的医疗机构。早在19世纪中叶,传染病医院就被用来隔离患者以干预疾病传播[15]。近几十年来,中国政府为应对传染病暴发建造并改建了集中隔离场所。例如,中国政府在2003年为非典型性肺炎(SARS)流行期间患者的临时隔离和治疗修建了小汤山医院[16]。中国上海发生甲型肝炎流行期间,曾经为患者提供了一些包括无人的学校等在内简单的隔离场所[17]。这些实践表明,利用现有医疗资源集中隔离,有利于维持医疗系统的正常运行,确保对死亡率较低的重症COVID-19病例进行及时有效的治疗。在武汉COVID-19大流行的早期阶

段,及时隔离和治疗轻度至中度症状病例是一个对时间敏感的问题。Chen等[18]的研究显示,尽管在一定时期内加强社交距离会在一定程度上减慢传播速度,但如果没有集中的隔离措施就不足以控制流行病。因此,为了克服可用医疗资源严重短缺的问题,中国为确诊病例、疑似病例和密切接触者的集中隔离建造或改建了包括方舱医院、非定点医院和隔离宾馆在内的集中隔离场所[19]。应该注意的是,方舱医院不仅是临时的野外医院,而且还是从现有的公共设施迅速转变而来的医院,用于同时隔离和护理轻度至中度症状COVID-19病例[20]。基本的环境卫生要求包括定期供应饮用水和食物、足够数量的临时卫生间和浴室以及日常清洁。集中隔离场所应最大限度地减少对周围环境和附近居民的感染风险。

3. COVID-19 期间集中隔离场所的实践

3.1. 隔离策略的总体设计与实施

武汉市COVID-19病例的激增给政府的集中隔离能力带来了沉重的负担。这些集中的隔离场所是许多感染病例以及在急诊室条件下与患者密切接触的人的安置场所。由于轻度症状病例是最具传染性的,并且很难确定出院日期,因此,实施基于场所的隔离对“应收尽收,应治尽治”起到至关重要的作用,从而显著提高了治疗率[20-23]。从2020年2月12日开始,武汉体育中心方舱医院开始收治轻症至中症病例。第一批病例(8例)在6天后从疾病中康复。截至2020年2月28日,该方舱医院共收治479例,出院49例,转院9例。无病例死亡,也没有医护人员感染。仅在37天后,武汉所有的方舱医院都因大流行趋势的彻底逆转而关闭,说明了集中隔离在遏制中国COVID-19大流行方面的有效性(表1)。

对所有物资都进行了分类和集中管理,并指派了一名工作人员来调查物资供需情况。入院时为患者提供了口罩和拖鞋等日常必需品。管理人员包括具备足够的COVID-19感染控制、保护措施知识,经过良好训练的医疗保健工作者。居住密度从最高到最低分别是方舱医院、改建非定点医院和隔离宾馆[24]。因此,可以根据需要调整室内环境的消毒频率[25]。病床的终末消毒集中在特定的房间,先进行喷雾消毒,再进行紫外线消毒。

3.2. 不同集中隔离场所中实施的措施

由于方舱医院、非定点医院和隔离宾馆的功能和条

表1 用于缓解武汉市COVID-19大流行的方舱医院、改建非定点医院和隔离宾馆的特征

指标	方舱医院	改建非定点医院	隔离宾馆
总数	16	120	660
原建筑类型	体育馆、会议中心、工厂等	民营医院等	独立宾馆
开始时间	2020年2月3日	2020年1月25日	2020年1月25日
结束时间	2020年3月10日	2020年3月5日	2020年3月2日
接收病例数	超过1万人	超过10万人	超过100万人
员工数量	医务人员（医疗单位每50张病床配备4位医生和12位护士）和后勤保障人员	民营医院5~10名医务人员	宾馆工作人员和医务人员(>100人)
整体作用	隔离许多轻度至中度症状的病例，为重症患者释放资源，促进场所资源合理配置	可同时进行医学检查和简单治疗	减少传染病的发生，保护健康人群
社会评价	低成本、快速、有效	有效	有效
局限性	运行技术要求较高	每个非定点医院接收的人数有限	难以管理和消毒

表2 方舱医院、改建非定点医院和隔离宾馆的设计、管理和预防措施的要求

指标	方舱医院	改建非定点医院	隔离宾馆
功能	轻度至中度症状确诊病例的隔离和治疗	疑似病例的紧急隔离和筛查	密切接触者的临时隔离、快速转诊和基本生活
位置	远离幼儿园、小学和其他拥挤的城市地区	远离拥挤的社区和建筑物	远离拥挤的社区
布局	污染区、半污染区和清洁区； 医务人员通道和患者通道	污染区、潜在污染区和清洁区； 每个房间一例疑似病例	每个房间一位密切接触者
行政管理	确保基本医疗救治、食物、饮用水和个人防护设备的供应； 每日体温监测； 风险控制培训； 使用一次性餐具就餐； 即时检查临时厕所的卫生状况，检查人员应着防护服	确保基本医疗救治、食物、饮用水和个人防护设备的供应； 每日体温监测； 多次核酸检测； 收集疑似病例的生活垃圾和医疗废物，按照医疗废物处理	紧急人员、设备和设施； 确保基本食物、饮用水和个人防护设备的供应； 每日多次体温监测； 每个房间隔离一位密切接触者
房间通风	每天自然通风和（或）机械通风2~3次； 分别在不同区域设置机械供气和排风系统，排风量应为送风量的1.1倍； 全空气空调系统应在最大新风量下运行	每天自然通风和（或）机械通风2~3次； 建议使用分体式空调（如果可能，安装循环空气消毒装置）； 保持卫生间排风扇常开	自然通风和（或）机械通风； 建议使用分体式空调； 应在机械通风30 min后打开空调
污水处理	排水管应密封；来自不同地区的废水应分类收集，并进行消毒和生化处理	废水在排放前应进行消毒；应定期添加含氯消毒剂，以确保消毒1.5 h后总余氯为10 mg·L ⁻¹	应设置一个单独的化粪池；应定期添加含氯消毒剂，以确保消毒1.5 h后总余氯为10 mg·L ⁻¹
消毒	每天使用含氯消毒剂对物体表面（500~1000 mg·L ⁻¹ ）、医疗废物（5000~10 000 mg·L ⁻¹ ）和手术室进行消毒； 配备紫外线消毒灯	定期使用含氯消毒剂对物体表面（500~1000 mg·L ⁻¹ ）和医疗废物进行消毒30 min， 每日至少一次； 配备紫外线消毒灯	定期使用含氯消毒剂对物体表面消毒30 min（500~1000 mg·L ⁻¹ ），每日至少一次
个人防护	口罩、社交隔离、手卫生		

件不同，控制感染风险的预防措施的重点也有所不同。一些体育馆被改建为方舱医院这样的集中隔离场所，用以隔离和救治轻度至中度症状的确诊病例[19,26]。由于方舱医院的所有病例均具有传染性，室内环境受到SARS-CoV-2污染，因此，必须将医生、护士和服务人员的感染风险降至最低。为了实现这一点，由于聚合酶链反应（PCR）诊断能力有限，一些拥有简单基础设施的非定点医院进行了改建，以隔离和筛查疑似病例。由于疑似病例可能被确诊，因此强调通过严格的人员流动

限制（要求将疑似病例留在单独的房间中）防止相互感染。同时，准备配置医疗救治功能以应对包括重症病例在内的紧急情况。此外，对一些不临近其他建筑的宾馆进行简单的改建，以对COVID-19病例进行隔离。隔离宾馆可以通过单独的隔离或严格的人员流动限制来防止相互感染。表2总结了方舱医院、改建非定点医院和隔离宾馆的设计、管理及预防措施的要求。

根据与传染病医院类似的技术要求，为方舱医院找到合适的地理位置至关重要。在方舱医院中，污染区包

括治疗患者的场所，如病房、处置室、污物间和患者出入院处理室。清洁区包括更衣室、食堂、值班室和储物间[26]。半污染区是指清洁区与污染区之间的空间，可能被患者的血液或体液污染，包括医务人员办公室、治疗室、护士站、医疗设备室、其他治疗室以及内走廊等。为健康的医务人员和传染病患者分别设计了两个独立的通道[19]。使用中的方舱医院必须具有三个关键特征：快速建造、大规模、低成本。同时，还应具备六个基本功能：隔离、分类、基本医疗保健、频繁监测、快速转诊及基本的生活和社会参与。这些被认为是武汉应对COVID-19大流行的有力组成部分[19]。为了紧急隔离和筛查疑似病例，对一些非定点医院和具有基本医疗设施的独立保健中心进行了改建。这些用于集中隔离的改建医院具备了一些基本功能，如频繁的医学检查、单独的隔离、基本医疗保健、快速转诊和基本生活条件。为了最大限度减少感染风险，每天对方舱医院和改建非定点医院的医务人员进行健康监测。工作人员应使用与医院类似等级的个人防护设备。应将护目镜浸入有效氯含量为 $1000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的消毒剂中1 h，清洗并干燥，再次用紫外线消毒。

不过，医疗救治供应对隔离宾馆来说并不是非常必要。在中国，隔离宾馆中有近100万的密切接触者被隔离[27,28]。必须通过室内通风和消毒来保持这些集中隔离场所室内环境的安全。关闭集中空调系统，以避免在不同隔离空间内可能的相互感染。这类集中隔离场所的目标是感染风险最小化。在入口处记录所有进入者的体温。每天对隔离宾馆的密切接触者和工作人员进行多次健康监测。对体温超过 $37.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的密切接触者进行实时PCR检测和筛查。当地卫生部门通过教育和专业培训帮助这些场所的服务人员掌握风险控制技能[29]。

4. 讨论

中国的经验表明，集中隔离可以通过对确诊病例、疑似病例和密切接触者进行有效、及时的隔离和治疗，经济地缓解COVID-19大流行。提出差异化的预防和控制策略，由地方政府根据大流行和社会经济的实际情况制定预防和控制措施。2020年1月，中国武汉市COVID-19病例数迅速上升，对医疗机构造成了巨大压力。很多确诊病例和疑似病例得不到及时收治。图1显示了2020年1月24日至3月16日武汉市每日新确诊病例的时间变化。2月2日，武汉市新型肺炎防控指挥部宣布在前期定点隔离和居家隔离基础上，对全市经发

热门诊诊断有肺炎症状的发热患者和新型肺炎患者的密切接触者，由各区安排车辆分别送至区集中隔离观察点，进行医学观察、治疗或采取其他预防措施。2月5日，第一家方舱医院投入使用，3月10日最后一家方舱医院关闭。Chen等[30]研究了117个国家温度与新冠肺炎传播的相关性，发现当其他环境因子保持不变时，低温可以提高病毒的传播性，这说明对能够有效抑制病毒传播的集中隔离的需求更高。我们的研究与其他认为集中隔离在冬季更重要的研究[30]一致。方舱医院为可能转变为重症病例的轻度至中度症状的COVID-19病例的隔离和治疗提供了更好的医疗设施，这对于降低病死率至关重要。在集中隔离场所尽早筛选和隔离疑似病例并隔离密切接触者可能避免家庭成员之间的聚集感染以及随后在社区中的传播。图1显示，“应收尽收，应治尽治”通告发布仅两天后，武汉就成功地遏制了自1月24日以来的快速增长，尽管后续偶尔出现波动但是新确诊病例的数量开始下降。需要特别说明的是，统计口径在2月12日进行了调整，此后未经PCR检测确认的临床诊断病例也被报道为确诊病例。为了更好地说明确诊病例的变化趋势，图中未显示2月12日的数据（13 436例）。但是，统计口径调整前后确诊病例的绝对值不能直接比较。图1中的变化趋势显示新确诊病例数总体下降。因此，可以合理地推断出这些场所中的集中隔离有利于通过局部地区的最佳资源配置来干预COVID-19的快速传播。此外，基于场所的轻症病例隔离可以有效地遏制大流行并最大限度地降低经济负担，这是一种具有成本效益的方法[31]。但是还应该指出，集中隔离政策只是导致曲线变化的因素之一。

但是，集中隔离策略也有缺点。集中隔离的局限性包括与家人的分离、活动的限制、对医疗条件的高要求、与隔离有关的心理问题（如焦虑、抑郁等）。因此，为了避免可能的局限，需要进一步改善这些集中式隔离场所的管理，例如，在集中式隔离场所提供心理咨询。此外，分散的隔离（如居家隔离）也可以用作替代措施。尽管在家中隔离确诊病例和疑似病例可能会导致家庭聚集性暴发和二代社区传播[32,33]，但分散隔离可以为轻度症状疑似病例、密切接触者、来自中高风险地区的人员以及在特定情况下当地卫生部门要求隔离的其他人员提供替代方案。因此，在强调集中隔离措施的同时，也有必要关注分散隔离政策。此外，在集中隔离场所的日常管理中应尊重宗教信仰和当地文化传统（安排祈祷室和多样的食物选择）。还

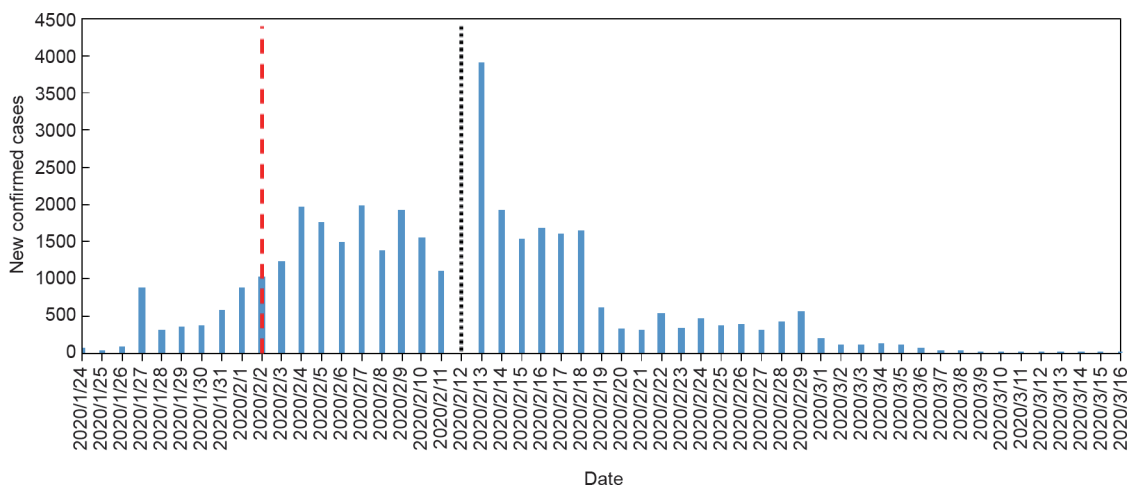


图1. 2020年1月24日至3月16日中国武汉市每日新确诊病例随时间的变化。红色虚线表示武汉市新型冠状病毒肺炎防控指挥部发布的第10号通告（2020年2月2日），黑色虚线表示确诊病例数的统计口径（2020年2月12日）。

应考虑残障人士的活动援助和特殊需求。为了将集中隔离场所感染风险降至最低，应鼓励开展更多研究以进一步改善预防措施，并更好地发挥其作用。遗憾的是，由于有限的数据库权限，关于集中隔离场所的确诊病例数据无法获取，这是本研究的一个局限。但是，随着数据可达性的完善，一旦国家和国际数据可用，即可深入开展集中隔离政策在新冠肺炎防控中作用的定量研究。

5. 展望

目前，COVID-19疫情仍在许多国家蔓延，建立集中隔离场所已成为一些国家的传染病病例隔离和治疗的重要策略之一。为了遏制COVID-19的全球传播，我们建议采取以下措施。

第一，所有国家应合作应对威胁并制定适当的预防策略，以有效隔离传染病例。由于各国间经济增长、社会发展和历史背景的差异，世界卫生组织等国际卫生组织从设计和法律角度探讨有关此类场所的原则，发布相关技术标准[1]，鼓励利益相关者、社会组织和企业参与，对于COVID-19大流行的共同预防具有重要意义。

第二，政府的任务是配置社会资源并建立集中隔离场所以进行应急响应。由于不同国家医院和宾馆的多样性，应考虑当地的实际建筑或改建计划。

第三，卫生部门应当发布集中隔离场所规定，并高度重视这些场所的日常卫生管理。必须预防继发感染，并应通过环境健康监测和健康风险评估来确保良好的卫生条件。

第四，需要一支多学科的行政团队支持集中隔离场所的日常运营。该团队应由医生、护士、环境卫生人员和保障人员组成。一些工作人员可能没有经过训练，缺乏传染病个人防护经验。因此，应该对所有成员进行健康教育和专业培训。此外，通过强调预防措施的重要性和效果，提高居住在集中隔离场所内人群的配合依从性也十分关键，做到这一点就可以进一步减少感染风险。

第五，鼓励对集中式隔离政策进行深入研究。有必要通过多种途径来积累各国在不同隔离策略方面的经验。应该构建开放数据平台，进一步深入定量研究集中隔离在COVID-19防控中的作用。此外，需要进行成本效益研究，确保以最小的经济和健康成本实现成功隔离的关键措施。

作者贡献

施小明、王先良和王姣构思并设计了本研究。王先良、王姣、沈谨和施小明起草了本文。所有作者都对稿件进行了严格的修改，并授权发表的版本。刘航、李莉、应波和樊琳提供了现场材料。John S. Ji、潘力军、赵康峰和张流波对中国经验进行了讨论。全部作者同意对本研究的各方面负责，与本研究任何部分有关的问题都将得到适当的调查和解决。

Compliance with ethics guidelines

Xianliang Wang, Jiao Wang, Jin Shen, John S. Ji, Lijun

Pan, Hang Liu, Kangfeng Zhao, Li Li, Bo Ying, Lin Fan, Liubo Zhang, Lin Wang, and Xiaoming Shi declare that they have no conflict of interest or financial conflicts to disclose.

References

- [1] covid19.who.int [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 Oct 9]. Available from: <https://covid19.who.int/>.
- [2] Wu JT, Leung K, Bushman M, Kishore N, Niehus R, de Salazar PM, et al. Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China. *Nat Med* 2020;26(4):506–10.
- [3] Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect* 2020;104(3):246–51.
- [4] Leung K, Wu JT, Liu D, Leung GM. First-wave COVID-19 transmissibility and severity in China outside Hubei after control measures, and second-wave scenario planning: a modelling impact assessment. *Lancet* 2020;395(10233):1382–93.
- [5] Zhao S, Lin Q, Ran J, Musa SS, Yang G, Wang W, et al. Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020: a data-driven analysis in the early phase. *Int J Infect Dis* 2020;92:214–7.
- [6] Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020;395(10223):497–506.
- [7] Sun K, Chen J, Viboud C. Early epidemiological analysis of the coronavirus disease 2019 based on crowdsourced data: a population-level observational study. *Lancet Digit Health* 2020;2(4):e201–8.
- [8] Qiu J. Covert coronavirus infections could be seeding new outbreaks. *Nature*. Epub 2020 Mar 20.
- [9] WHO. Report of the WHO–China Joint Mission on coronavirus disease 2019 (COVID-19) [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 6]. Available from: [https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19)).
- [10] Pan A, Liu L, Wang C, Guo H, Hao X, Wang Q, et al. Association of public health interventions with the epidemiology of the COVID-19. *JAMA* 2020;323(19):1915–23.
- [11] Greaves WL, Orenstein WA, Stetler HC, Preblud SR, Hinman AR, Bart KJ. Prevention of rubella transmission in medical facilities. *JAMA* 1982;248(7):861–4.
- [12] Kickbusch I, Leung G. Response to the emerging novel coronavirus outbreak. *BMJ* 2020;368:m406.
- [13] Khafaie MA, Rahim F. Cross-country comparison of case fatality rates of COVID-19/SARS-CoV-2. *Osong Public Health Res Perspect* 2020;11(2):74–80.
- [14] Tang B, Bragazzi NL, Li Q, Tang S, Xiao Y, Wu J. An updated estimation of the risk of transmission of the novel coronavirus (2019-nCoV). *Infect Dis Model* 2020;5:248–55.
- [15] Rosenberger LH, Riccio LM, Campbell KT, Politano AD, Sawyer RG. Quarantine, isolation, and cohorting: from cholera to Klebsiella. *Surg Infect* 2012;13(2):69–73.
- [16] Xie L, Liu Y, Xiao Y, Tian Q, Fan B, Zhao H, et al. Follow-up study on pulmonary function and lung radiographic changes in rehabilitating severe acute respiratory syndrome patients after discharge. *Chest* 2005;127(6):2119–24.
- [17] Xu ZY, Li ZH, Wang JX, Xiao ZP, Dong DX. Ecology and prevention of a shellfish-associated hepatitis A epidemic in Shanghai, China. *Vaccine* 1992;10(Suppl 1): S67–8.
- [18] Chen S, Chen Q, Yang W, Xue L, Liu Y, Yang J, et al. Buying time for an effective epidemic response: the impact of a public holiday for outbreak control on COVID-19 epidemic spread. *Engineering* 2020;6(10):1108–14.
- [19] Chen S, Zhang Z, Yang J, Wang J, Zhai X, Bärnighausen T, et al. Fangcang shelter hospitals: a novel concept for responding to public health emergencies. *Lancet* 2020;395(10232):1305–14.
- [20] Chen S, Chen Q, Yang J, Lin L, Li L, Jiao L, et al. Curbing the COVID-19 pandemic with facility-based isolation of mild cases: a mathematical modeling study. *J Travel Med* 2021;28(2):taaa226.
- [21] Lee EC, Wada NI, Grabowski MK, Gurley ES, Lessler J. The engines of SARS-CoV-2 spread. *Science* 2020;370(6515):406–7.
- [22] Omar S, Bartz C, Becker S, Basenach S, Pfeifer S, Trapp C, et al. Duration of SARS-CoV-2 RNA detection in COVID-19 patients in home isolation, Rhineland-Palatinate, Germany, 2020—an interval-censored survival analysis. *Eurosurveillance* 2020;25(30):2001292.
- [23] Wilder-Smith A, Cook AR, Dickens BL. Institutional versus home isolation to curb the COVID-19 outbreak—authors’ reply. *Lancet* 2020;396(10263):1632–3.
- [24] Hung KKC, Mark CKM, Yeung MPS, Chan EYY, Graham CA. The role of the hotel industry in the response to emerging epidemics: a case study of SARS in 2003 and H1N1 swine flu in 2009 in Hong Kong. *Global Health* 2018;14(1):117.
- [25] Widmer AF. Infection control and prevention strategies in the ICU. *Intensive Care Med* 1994;20(Suppl 4):S7–11.
- [26] Fusco FM, Brouqui P, Ippolito G, Vetter N, Kojouharova M, Parmakova K, et al. Highly infectious diseases in the Mediterranean Sea area: inventory of isolation capabilities and recommendations for appropriate isolation. *New Microbes New Infect* 2018;26:S65–73.
- [27] Chen S, Yang J, Yang W, Wang C, Bärnighausen T. COVID-19 control in China during mass population movements at New Year. *Lancet* 2020;395(10226):764–6.
- [28] Ding J, Tuan WJ, Temte JL. Managing close contacts of COVID-19 confirmed cases in metropolitan areas in China. *J Public Health Manag Pract* 2020;26(4):345–8.
- [29] Thomas STL, Wai CY. The lessons of SARS in Hong Kong. *Clin Med* 2010;10(1):50–3.
- [30] Chen S, Prettner K, Cao B, Geldsetzer P, Kuhn M, Bloom DE, et al. Revisiting the association between temperature and COVID-19 transmissibility across 117 countries. *ERJ Open Res* 2020;6(4):00550–2020.
- [31] Prettner K, Chen SC, Kuhn M, Bloom D. Effective pandemic management that minimises economic harm [Internet]. *VoxEU*; 2021 Jan 4 [cited 2021 Apr 6]. Available from: <https://voxeu.org/article/effective-pandemic-management-minimises-economic-harm>.
- [32] www.who.int [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 Oct 9]. Available from: [https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-chinajoint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-chinajoint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19)).
- [33] Tang S, Mao Y, Jones RM, Tan Q, Ji JS, Li N, et al. Aerosol transmission of SARS-CoV-2? Evidence, prevention and control. *Environ Int* 2020;144:106039–47.