

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20244515



刘抚英 工学博士, 东北大学长聘教授, 博士生导师, 建筑学学科带头人, 辽宁省城市与建筑数字化技术重点实验室主任, 西安建筑科技大学博士生导师(兼), 浙江工业大学之江学院特聘教授(兼), 沈阳市高层次人才-领军人才, 国家一级注册建筑师, 国家注册城市规划师。重点从事建筑设计及其理论、绿色低碳建筑设计、工业遗产保护与活化利用以及智能建筑与智慧人居理论与方法研究工作。近年主持国家自然科学基金面上项目 3 项, 省部级项目 6 项, 主创、主持设计工程项目 28 项, 出版专著教材 7 部, 发表论文 90 余篇。

· 专家论坛 ·

世界卫生组织对医疗建筑自然通风的建议及思考

解 皓¹, 刘抚英¹, 张 琪², 李 洋¹

(1. 东北大学江河建筑学院, 辽宁 沈阳 110169; 2. 沈阳市精神卫生中心医务科, 辽宁 沈阳 110168)

[摘 要] 医疗建筑中的感染预防和控制是阻断传染病传播的重要一环。自然通风作为最为常见的一种通风形式可以降低医疗建筑中医务人员、患者及探视者被感染的风险。本研究梳理了严重急性呼吸综合症(SARS)至新型冠状病毒感染(COVID-19)疫情期间(2003—2022年)世界卫生组织对医疗建筑自然通风的建议, 对本国此类问题的现状进行归纳并提出前述建议所带来的启示。世界卫生组织提出的建议较为明确和具体, 值得本国相关主管部门及科研单位重视和学习。部分经验可为本国《医院隔离技术规范》《医院空气净化管理规范》《传染病医院建筑设计规范》和《综合医院建筑设计规范》等规范或标准未来的修订工作提供有益的参考。

[关键词] 医疗建筑; 自然通风; 感染预防与控制; 世界卫生组织

[中图分类号] R197.38

Recommendations and reflections on natural ventilation in healthcare buildings from World Health Organization

XIE Hao¹, LIU Fu-ying¹, ZHANG Qi², LI Yang¹ (1. College of Jangho Architecture, Northeastern University, Shenyang 110169, China; 2. Department of Medical Affair, Shenyang Mental Health Center, Shenyang 110168, China)

[Abstract] Infection prevention and control in healthcare buildings is important in blocking the spread of infectious diseases. As the most common form of ventilation, natural ventilation can reduce the infection risk in healthcare workers, patients and visitors in healthcare buildings. This study summarizes the recommendations from the World Health Organization on natural ventilation in healthcare buildings during the epidemic period from severe acute respiratory syndrome (SARS) to coronavirus disease 2019 (COVID-19) (2003–2022), the current situation of such issues in China, and the enlightenment from the recommendations. The recommendations proposed by the World Health Organization are relatively clear and specific, and worthy for reference learning for relevant management departments and research institutions in China. Some of these experiences can provide useful references for the future revision of Chinese standards or codes such as *Technique standard for isolation in hospitals*, *Management specification of air cleaning technique in hospitals*, *Code for design of infectious diseases hospital* and *Code for design*

[收稿日期] 2023-05-23

[作者简介] 解皓(1978-), 男(汉族), 辽宁省辽阳市人, 讲师, 主要从事医疗建筑感染控制研究。

[通信作者] 刘抚英 E-mail: lfycl@sina.com

of general hospital.

[Key words] healthcare building; natural ventilation; infection prevention and control; World Health Organization

自 2003 年暴发波及全球的严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)后,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)陆续发布了许多与感染预防与控制(infection prevention and control, IPC)有关的文件。2019 年新型冠状病毒感染(coronavirus disease 2019, COVID-19)作为一种急性呼吸道传染病在全球范围内的大流行对人类健康造成了严重威胁^[1]。这促使 WHO 重新审视前述文件内容,并不断地加以修改和补充。

与其他呼吸道传染病比较,SARS 和 COVID-19 具有更高的传染性。前者的传播速度及重症比例引发了全球的关注,促进各层级卫生组织采用多种方式提升应对疫情措施的能力。而后者的暴发及其所展现的高传染性对世界各国的公共卫生和医疗体系构成重大挑战。这两种疾病在呼吸道传染病历史中扮演着非常重要的角色。

WHO 认为 IPC 是一种非常实用的方法,可防止患者和医务人员因可避免的感染和抗药性而受到伤害^[2-3]。有效的 IPC 可以使医院感染减少 30% 以上^[4]。在面临全球公共卫生威胁时,需更加重视 IPC 的作用,其是战胜疫情的重要基石。建筑环境是被视为影响 IPC 有效性的核心组成部分之一,而通风问题是其中的重要内容^[5],通风是通过自然或机械方式向空间或建筑物提供室外空气的过程^[6]。WHO 指出医疗建筑的设计和布局应允许充分的通风以防止传染性病原体的传播^[7-8]。相较于其他通风方式,自然通风更经济,易于普及和推广。

WHO 作为国际上权威的政府间卫生组织在 SARS 至 COVID-19 疫情期间(2003—2022 年)对医疗建筑中的自然通风问题提出了一系列意见和建议。本文以此 20 年间 WHO 所发布与 IPC 相关的文件为基础,对医疗建筑中的自然通风问题进行回顾和解读。

1 IPC 与医疗建筑自然通风

医疗建筑中的 IPC 是传染病防控过程中的重要一环。呼吸道传染病很容易在医疗建筑中传播,对幼儿、老年人和免疫功能低下的人群构成重大健

康威胁^[9]。目前可知空气和飞沫传播是除接触及污染物传播之外最为主要的传播方式^[10-11]。以 COVID-19 为代表的部分呼吸道传染病可以通过飞沫或气溶胶在短时间内引发大规模的感染。例如,2020 年 1 月 1—28 日武汉大学中南医院所收治的 138 例 COVID-19 患者中有 41% 的患者被怀疑是通过医院内部的人传人方式感染^[12]。在密闭和通风不良的环境中,医务人员和患者被感染的概率较大^[13],而有效的通风能够降低此类感染风险^[14-16]。

良好的室内通风环境能够有效地减少呼吸道传染病气溶胶存在,为医务人员及探视者提供更好的预防和保护。在诸如门诊区、急诊区、候诊区、手术室、呼吸道传染病病区等中高危险区域要特别重视通风问题。有充分的证据证明较低的通风率和室内空气流动与流行性感、肺结核、水痘、SARS、麻疹、天花等传染性疾病的增加有关^[17]。

WHO 认为 IPC 策略通常基于以下几种类型:减少或消除传染源、行政控制、环境与工程控制、个人防护装备^[18]。减少或消除传染源策略主要关注于宣传卫生防疫知识及治疗患者;行政控制策略需要各级政府及相关医疗部门协同配合完成;环境与工程控制策略注重如何减少呼吸道传染病气溶胶的存在和被污染物体表面的清洁;个人防护装备策略要求相关装备充足的供应和有效的使用。通风问题属于环境与工程控制策略中的一部分,与 IPC 有着较为紧密的联系。

在通风方面,WHO 指出通风率、气流方向及气流流型是建筑通风中的三个基本要素。自然通风、机械通风、混合通风是最常见的几种通风形式,通风方式的选择需综合考虑当地气候、经济条件、实际情况等多种因素^[19-21]。机械通风或混合通风适合多种天气情况,并可通过负压控制风向,舒适度较高,但通常价格昂贵、技术复杂。相比较而言,自然通风虽不能够适用于过于炎热、潮湿或寒冷的天气情况,并且风向难预测,不易建立负压,但其最经济,容易普及,因此值得进行大范围的推广。WHO 建议如果气候条件、建筑结构、法律法规、文化、成本或室外空气质量允许,在可能的情况下医疗建筑应尽量利用自然通风,然后再考虑其他通风系统^[22]。

2 SARS 疫情后 WHO 对医疗建筑自然通风的建议 (2003—2018 年)

2003 年 4 月 24 日,WHO 根据 SARS 疫情制定并发布了《针对 SARS 的医院感染控制指南》。该指南主要关注于门诊分类及住院病房设置问题。尽管在部分内容中涉及到自然通风方面的内容,但并未加以重视。如在住院病房设置中,该指南只是建议如果不能独立送风,可关闭空调打开窗户进行通风^[23]。除此之外并无其他有关自然通风问题的进一步说明。

在 SARS 疫情之后的一段时间,部分科研人员对于自然通风与医疗建筑 IPC 两者之间的关系展现了更多兴趣。基于此期间科研人员的研究和共识,WHO 于 2007 年 6 月 1 日发布了 WHO 临时指南《卫生设施中易发生流行及大流行的急性呼吸道疾病感染预防与控制》。在这份指南中 WHO 首次将自然通风认定为能够对医疗建筑 IPC 起积极作用的重要环境措施。该指南明确了环境通风的概念、原则、适用方式等。图 1 展示了通过开窗和打开隔离病房和走廊之间的门获得自然通风。在该图中,风向从患者护理区域引导至户外开放区域,患者被放置在靠近外墙和窗户的区域,并且不能靠近内墙。图 2 则展示了不同的自然通风和混合通风系统。WHO 认为无论是自然通风、机械通风,还是混合通风,都能够减少个体感染的风险,隔离病房对通风方式的选择在很大程度上取决于每小时的换气次数(air change per hour, ACH)是否能够达到 12 次^[24]。WHO 通过该指南的制定已认识到有效的医疗建筑 IPC 需要建筑师、运营方和医务工作者等多方共同的协作和努力。

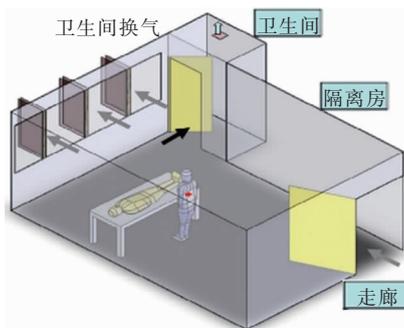


图 1 合理设计的自然通风隔离病房风向示意图^[18]

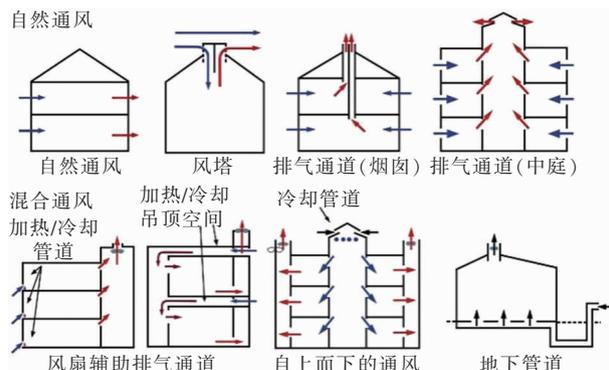


图 2 不同的自然通风和混合通风系统示意图^[18]

WHO 对自然通风和医疗建筑 IPC 两者之间关系的认识逐步深入。WHO 于 2009 年 1 月 14 日发布了《自然通风在医疗建筑感染控制中的应用》。其是 WHO 针对医疗建筑自然通风所制定的一份影响深远的文件。至今,该文件中的内容仍然发挥着重要作用。在这份文件中,WHO 提出了以下几点有关医疗建筑自然通风的具体建议:(1)为了预防空气传播,医疗建筑中所有患者护理区域都应保持充分的通风;(2)就自然通风而言,隔离病房的每小时平均通风率为 $160 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$,最低应为 $80 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$,适用于新建或重大翻修后的医疗建筑;(3)对于普通病房和门诊部的要求为 $60 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$;(4)对于走廊或其他瞬态空间的要求为 $2.5 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^3)$,如果走廊被用于收治患者,其通风率的要求与隔离病房或普通病房相同;(5)当自然通风不能满足推荐要求时,可考虑采用其他通风形式;(6)设计带有自然通风的医疗建筑时,应将气流引至室外^[25]。

WHO 在之前的文件中通常是以 ACH 为单位,但在此文件的部分内容中以“ $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$ ”为单位提出了相关要求。这两者的差别主要在于是否考虑了每小时相同换气次数条件下不同体积病房内部的污染物浓度。走廊或其他瞬态空间由于平时没有固定的患者存在,因此可以采用“ $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^3)$ ”这种以体积为基础的单位。如果存在固定的患者,则应遵循以“ $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$ ”为单位的建议。

WHO 建议隔离病房 ACH 不小于 12 次,而 $\text{ACH} = \text{设计风量}/\text{室内净总体积}(\text{净面积} \times \text{净高})$ 。这意味着在一间净面积为 8 m^2 、净高为 3 m ,室内净总体积为 24 m^3 的隔离病房中,所需设计风量至少为 $288 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{患者})$ 。通过体积流量单位换算可知 $1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$ 等于 $3.6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{患者})$,前述设计风量可换算为 $80 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$ ^[25]。

在设计带有自然通风的医疗建筑时如何将气流引至室外实际上是一个较为复杂的课题,需要更加深入的探讨和研究,但以下几方面基本策略可供参考:首先,医疗建筑的布局和朝向应考虑自然通风因素,布局便于空气流动,朝向取风方向;其次,医疗建筑的通风系统应便于新鲜空气的流入和排出,需考虑通风口的位置、大小以及通风道等因素的选择;再次,医疗建筑的窗户和开口设计应考虑空气质量及气流方向。

医疗建筑中采用的自然通风、机械通风、混合通风系统的优缺点总结见表 1。比较而言,自然通风的优点和缺点都比较明显。自然通风在不同气候条件下的适用性归纳见表 2,并初步比较了混合通风及机械通风。在温和气候条件下自然通风的综合表

现较好。

2009 年 2 月 15 日发布的《WHO 在医疗机构、聚集场所和家庭中的肺结核感染控制政策》中,WHO 认为在医疗建筑中保持充分的通风对于预防肺结核的传播非常重要,并尽量利用自然通风。通风量如不能够达到相关要求,则可考虑采用机械通风或混合通风。有关自然通风的建议遵循 2009 年 1 月 14 日所发布的《自然通风在医疗建筑感染控制中的应用》中的内容。WHO 指出结核病的感染控制是建立在针对空气传播感染的一般感染控制措施之上,公共卫生干预的重点是为患有传染病症状的患者(特别是呼吸道感染,而不仅仅是结核病)提供普遍的服务和支持^[22]。

表 1 医疗建筑中不同通风系统优缺点总结^[25]

| 项目 | 机械通风 | 自然通风 | 混合通风 |
|----|--|---|-----------------------------|
| 优点 | 在配备空调的情况下适合各种气候和天气; 更加可控和舒适的环境; 居住者对环境控制范围较小 | 适合温暖气候(50%的时间自然通风可以适度发挥作用); 自然通风所需的资金、运营和维护成本更低; 能够达到高通风率; 居住者对环境控制范围较大 | 适合大多数的气候和天气; 节能; 更加灵活 |
| 缺点 | 安装和维护成本高; 在提供所需的室外通风量时存在一定的故障率; 潜在的设备噪音 | 容易被室外气候或居住者行为影响; 较难预测、分析和设计; 在炎热、潮湿或寒冷的情况下降低居住者的舒适度; 无法在隔离区域建立负压,但或许可以通过适当的设计实现; 存在噪音侵入的可能性; 高科技的自然通风与机械通风有一些共同的局限性和缺点 | 可能价格昂贵; 可能在设计上存在较多的困难 |

表 2 理想条件下医疗建筑自然通风解决方案的潜在适用性(WHO 系统审查共识)^[25]

| 气候 | 自然通风 | | | | | 混合通风 | 机械通风 |
|------|------|-------------|------|------|------|-------|-------|
| | 单面走廊 | 排气通道(中庭/烟囱) | 庭院 | | 风塔 | | |
| | | | 外部走廊 | 内部走廊 | | | |
| 高温潮湿 | ★★ | ★ | ★★ | ★★ | ★ | ★★★★ | ★★★★★ |
| 炎热干燥 | ★★★★ | ★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 温和 | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★★★★ |
| 寒冷 | ★ | ★★ | ★ | ★ | ★ | ★★ | ★★★★★ |

注:性能表现用星进行评级。实际完成后并不一定能够达到潜在的效果,在已知或预期存在空气传染源的医疗设施关键环境中,必须谨慎选择通风设计。★表示在热舒适性和感染控制方面的表现都不令人满意;★★表示性能表现尚好;★★★表示性能表现可以接受,但在热舒适性方面可能需要妥协;★★★★表示在热舒适性和空气感染控制方面具有良好的性能表现;★★★★★表示在热舒适性和感染控制方面的性能表现都很好(令人满意)。但现有的通风方式在不同气候条件下均不能达到令人满意的五星状态。

2014 年 4 月 7 日,WHO 针对 2009 年所发布的 WHO 临时指南《卫生设施中易发生流行及大流行的急性呼吸道疾病感染预防与控制》作出更新,并去掉“临时”二字。在这份新版的指南当中,WHO 继续坚持医疗建筑中充分的环境通风能够减少空气传

播疾病发生的观点。该指南在有关医疗建筑工程与环境控制建议部分的第一条即要求将感染急性呼吸道疾病的患者置于通风良好的房间。在自然通风方面的要求与 5 年前公布的《自然通风在医疗建筑感染控制中的应用》中的内容基本保持一致^[26]。

2016 年 11 月 1 日,WHO 发布了《感染预防与控制项目核心内容指南》。WHO 宣称该指南中的内容能够提高会员国成员在面临传染性疾病时的干预能力。该指南是 WHO 有关 IPC 的重要组成部分。在此份指南中,WHO 再次肯定了自然通风的作用,并提出在满足舒适性要求下医疗建筑应保持充分的通风以减少空气传播病原体的风险^[27]。2018 年 11 月 6 日,WHO 制定了《机构层面的感染预防和控制评估框架》。制定该评估框架的目的在于支持前述指南,帮助医疗机构内部对 IPC 计划和活动进行评估。在建筑环境问题方面要求医疗机构考虑患者护理区是否有有效的自然或机械通风^[28]。

3 COVID-19 疫情期间 WHO 对医疗建筑自然通风的建议(2019—2022 年)

2019 年底,即 COVID-19 疫情暴发前 1 个月,WHO 于 2019 年 11 月 18 日公布了《感染预防和控制计划的最低要求》。在这份文件中,WHO 建议应在国家和医疗机构层面制定 IPC 标准,为医务人员、患者和探视者提供最低限度的保护和安全,并提出医疗建筑中要充分利用门窗以实现最低限度的自然通风^[7]。在疫情暴发之后的几年里,WHO 迅速出台了一系列文件,其中部分内容涉及到医疗建筑自然通风问题。

2020 年 3 月 19 日,WHO 发布了《疑似 COVID-19 时医疗设施中的感染预防与控制》。该份文件是 WHO 在面临 COVID-19 疫情时针对 IPC 所发布的第一版指南。该文件将使用环境和工程控制作为 IPC 的原则之一。在自然通风问题上仍然遵循《自然通风在医疗建筑感染控制中的应用》中的指导意见,在内容上较为具体。如患者应被安置在通风良好的房间,自然通风的普通病房应不低于 $60 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$;在实施诸如气管插管、无创通气等容易产生气溶胶的房间内,自然通风不应低于 $160 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{患者})$ ^[29]。

2021 年 3 月 1 日,WHO 针对通风问题制定了《COVID-19 背景下改善和确保良好室内通风的路线图》。该路线图对自然或机械通风系统在医疗机构、非居住、居住三种不同室内空间的适用情况作出了说明。制定该路线图的主要目的在于帮助用户确定评估室内通风时所应考虑的关键问题,明确达到推荐通风水平所需的主要步骤,通过改善室内空气质量以降低 COVID-19 传播的风险^[30]。此份路线

图是 WHO 继 2009 年之后又一份有关医疗建筑通风问题的重要文件。

在医疗建筑自然通风问题方面,该路线图所要求的内容与前述文件相比并无过多差异,但其中有关通风策略的要求更加具体。如该路线图提出当医疗建筑中的通风率要求不能被满足时,建筑师可以考虑增加或修改窗户、门的尺寸,并且注意单侧通风和对流通风两者之间的区别,见图 3。通常对流通风的方式更值得鼓励,但此通风方式在排出的空气未得到妥善管理时不适用于有 COVID-19 患者并易产生气溶胶的房间,也不适用于气流从不洁净的空间被引导至洁净空间的情形^[30]。

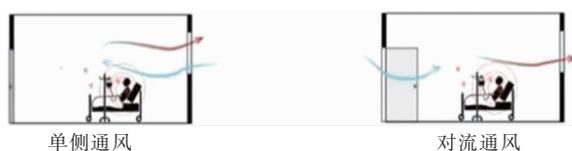


图 3 单侧通风与对流通风示意图^[30]

该路线图指出在医疗建筑中应特别注意气流是否从洁净空间被引导至不洁净的空间。可以采用安装不同类型的排风装置或利用建筑上的烟囱效应等其他自然通风策略,尽量在患者空间建立自然负压。在有 COVID-19 患者并易产生气溶胶的房间内,可以采用增加前室的方式来控制气流方向,前室中的两张门不允许被同时打开,见图 4。此外,应注意医疗建筑内排出的空气要与人或动物保持一定的距离。



图 4 烟囱效应与前室示意图^[30]

2022 年 6 月 20 日,WHO 同时发布了《预防和控制感染的标准预防措施:备忘录》及《预防和控制感染的基于传播的预防措施:备忘录》两份与医疗建筑 IPC 问题有关的文件。在前一份文件中,WHO 指出采用标准预防措施可以防止微生物在患者、医护人员和环境之间传播,而适当的自然通风有助于 IPC 目标的实现^[31]。后一份文件提出基于传播的预防措施取决于微生物的传播途径,其中包括接触、液滴和空气传播。如果预防措施与空气传播相关,

该文件要求医务人员应使用患者放置位置及通风要求等标识,并强调可采取以下措施优化自然通风:使用和室外有良好交叉通风的房间(有两个或多个窗户);确保排气窗远离人员及任何进气口;如没有独立的空气供应,应关闭空调,开窗以加强通风;除非医务人员进出房间,否则应保持通往走廊的门处于关闭状态^[32]。

4 我国医疗建筑自然通风的现状 & WHO 相关建议的启示

SARS 疫情期间,我国卫生部于 2003 年 5 月 6 日公布了《传染性非典型肺炎医院感染控制指导原则(试行)》,提出医院室内与室外自然风通风对流,自然通风不良则必须安装足够的通风设施(如排气扇),禁用中央空调^[33]。2003 年 11 月 5 日,卫生部对之前下发的有关文件进行了修订并制定《医院预防与控制传染性非典型肺炎(SARS)医院感染的技术指南》。该指南将通风作为空气消毒的首要措施进行介绍,要求开窗通风,但在内容上更加关注于空调通风系统。在自然通风问题方面仅提出对于只采用独立式空调器(机)供冷供热的房间,应合理开启部分外窗,使空调房间有良好的自然通风;当空调关停时,应及时打开门窗,加强室内外空气流通^[34]。

卫生部在 2009 年 4 月 1 日发布的《医院隔离技术规范》和 2012 年 4 月 5 日发布的《医院空气净化管理规范》中都将自然通风作为一种空气净化方法简要提及。前述规范要求隔离病房应通风良好,自然通风或安装通风设施,以保证病房内空气清新;普通病房首选自然通风,受客观条件限制的呼吸道传染病患者所处场所可采用自然通风^[35-36]。

此后,我国住房与城乡建设部、国家卫生健康委员会等部门在制定相关规范或指南时未给予自然通风问题过多的关注。以住房与城乡建设部于 2014 年 8 月 27 日和 2014 年 12 月 2 日分别公布的《传染病医院建筑设计规范》^[37]和《综合医院建筑设计规范》^[38]为例,尽管两个规范中的部分内容隐约有与自然通风问题相关,但明确提及该问题的只有表述较为粗略的几条内容,见表 3。

COVID-19 疫情期间,国家卫生健康委员会陆续发布了多个文件以指导疫情防控工作。2020 年 1 月 23 日所发布的《医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第一版)》对自然通风问题并无明确说明。该指南仅提出发热门诊的留观室或抢救室加强通风(如使用机械通风,应当控制气流方向,由清洁侧流向污染侧),急诊诊疗区域应当保持良好的通风,但针对普通病区 and 收治疑似或确诊 COVID-19 患者的病区都未提及自然通风问题^[39]。

2020 年 7 月 20 日发布的《新冠肺炎疫情期间医学观察和救治临时特殊场所卫生防护技术要求》^[40]对医疗建筑自然通风问题有简要的表述,该要求指出清洁区等小空间采用自然通风或机械通风,污染区和半污染区应采用自然通风。

2021 年 4 月 6 日,国家卫生健康委员发布了修订后的《医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第二版)》^[41],与第一版相比较,在医疗建筑自然通风问题方面有一定的进步。该版指南明确提出诊疗环境优先选择自然通风,不具备自然通风条件可选择机械通风或空气消毒措施,发热门诊及留观病室应首选自然通风。2021 年 9 月 8 日所公布的第三版指南在有关自然通风内容方面与前一版保持一致^[42]。

表 3 《传染病医院建筑设计规范》^[37]与《综合医院建筑设计规范》^[38]中有关自然通风的具体内容

| 规范名称 | 具体内容 |
|----------------------------------|---|
| 《传染病医院建筑设计规范》 (GB 50849—2014) | 在自然通风条件下,室内净高应符合下列规定:(1)诊查室、病房不应低于 2 800 mm;(2)医技科室不应低于 3 000 mm |
| 《综合医院建筑设计规范》 (GB 51039—2014) | 当采用自然通风时,中庭不宜有遮挡物,当有遮挡物时,宜辅之以机械排风。气候条件适合地区,可利用穿堂风,应保持清洁区域位于通风的上风侧 门诊部应采用自然通风 普通病区的病房应能开窗(有纱窗)通风 |

2022 年 6 月 8 日,住房与城乡建设部公布了《综合医院建筑设计规范(局部修订条文征求意见稿)》。此份意见稿与 2014 年版相比所考虑的问题更加全面,提出的要求也更为详细,并强调了“平疫

结合”概念。然而,在有关通风问题方面,仍未对自然通风给予足够的重视,仅提出感染疾病科宜优先采用自然通风^[43]。

我国目前有关医疗建筑自然通风方面的规范或

指南水平与 WHO 于 2003 年所公布的《针对 SARS 的医院感染控制指南》相近。在医疗建筑自然通风方面尽管有一定的认识,但与 WHO 所公布的一系列文件内容相比仍存在较大的差距,缺乏专业性、细节性的指导内容。主要原因或许在于我国医疗单位主管部门对医疗建筑自然通风与 IPC 两者之间关联的重要性认识不足。医疗建筑的复杂性需要多个学科之间紧密的配合和协调,特别是在有关 IPC 问题方面更是如此。

为了提高对医疗建筑自然通风重要性的认识和理解,更好的实现 IPC 目标,建议我国主管部门在修订相关标准或规范时应结合我国的实际情况对 WHO 制定的一系列相关文件给予足够的重视,支持医疗建筑自然通风领域的研究,加强医疗和建筑等领域相关专业人员的教育和培训。此外,可通过政策或资金支持等多种方式鼓励自然通风在医疗建筑中的应用,促使各利益相关方共同为此目标而努力。

5 结语

2003 年 SARS 疫情暴发后的最初几年,WHO 对于自然通风在医疗建筑 IPC 方面的作用并无清晰的认识。直至 2007 年,WHO 根据科研人员的研究成果和共识第一次将自然通风明确地认定为能够对医疗建筑 IPC 问题起积极作用的重要环境措施。WHO 于 2009 年发布的《自然通风在医疗建筑感染控制中的应用》具有重要的意义,其内容影响至今。2019 年底开始的 COVID-19 疫情促使 WHO 更加重视医疗建筑中的自然通风问题,2021 年公布的《COVID-19 背景下改善和确保良好室内通风的路线图》是 WHO 有关该问题的又一份重要表述。2022 年 WHO 发布的《预防和控制感染的标准预防措施:备忘录》及《预防和控制感染的基于传播的预防措施:备忘录》中的相关内容则是对此问题的再次强调。

通过对 WHO 相关文件的梳理可以发现尽管机械通风或混合通风的优点较多,但通常价格昂贵、技术复杂。相较而言,自然通风虽有部分难以克服的缺点,可是其经济性较强,技术易于推广和普及。医疗建筑的建设应考虑到不同地区的经济发展状况和资金承受水平。出于医疗建筑 IPC 问题的考虑而提出详尽的机械通风或混合通风要求实际上往往意味着更高的技术难度和更多的资金需求。在各方条件允许的情况下充分利用自然通风能够有效减轻

此方面的压力。

WHO 自 2003 年以来针对医疗建筑自然通风问题所提出的指导建议较为明确和具体,知识背景等也介绍得比较全面和清晰,值得我国相关主管部门及科研单位重视和学习。部分经验可为我国《医院隔离技术规范》《医院空气净化管理规范》《传染病医院建筑设计规范》和《综合医院建筑设计规范》等文件未来的修订工作提供有益的参考。

尽管自然通风能够减少医疗建筑中传染性疾病的传播的风险已经是普遍的共识,但在多大程度上可以减少此类风险的发生仍缺乏直接的量化证据。自然通风受气候的影响较大,如何在不同气候条件下设计或改造出具有良好自然通风的医疗建筑实际上仍是一项艰巨的挑战。此外,气流的方向控制以及气流的稳定性问题也难以解决。以上几点都是在未来的研究中需要重点思考的问题。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

- [1] Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, et al. A clinical case definition of post COVID-19 condition by a Delphi consensus[J]. *Lancet Infect Dis*, 2022, 22(4): e102 - e107.
- [2] World Health Organization. Infection prevention and control [EB/OL]. [2023 - 05 - 20]. <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/infection-prevention-control>.
- [3] World Health Organization. Health care without avoidable infections; the critical role of infection prevention and control [EB/OL]. (2016 - 01 - 03)[2023 - 05 - 20]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2016.10>.
- [4] World Health Organization. Improving infection prevention and control at the health facility; interim practical manual supporting implementation of the WHO guidelines on core components of infection prevention and control programmes[Z]. WHO, 2018.
- [5] World Health Organization. Core components for infection prevention and control programmes: report of the second meeting, informal network on infection prevention and control in health care[EB/OL]. [2023 - 05 - 20]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2016.10>.
- [6] International Organization for Standardization. Energy performance of buildings-indoor environmental quality-Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings: ISO 17772 - 1[S]. Geneva: ISO Copyright Office, 2017.
- [7] World Health Organization. Minimum requirements for infection prevention and control[Z]. WHO, 2019.

- [8] World Health Organization. Strengthening infection prevention and control in primary care: a collection of existing standards, measurement and implementation resources[EB/OL]. (2021-09-17)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240035249>.
- [9] Kutter JS, Spronken MI, Fraaij PL, et al. Transmission routes of respiratory viruses among humans[J]. *Curr Opin Virol*, 2018, 28: 142-151.
- [10] World Health Organization. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions[EB/OL]. (2020-07-09)[2023-05-20]. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>.
- [11] Humphreys H. Infection prevention and control considerations regarding ventilation in acute hospitals[J]. *Infect Prev Pract*, 2021, 3(4): 100180.
- [12] Wang DW, Hu B, Hu C, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China[J]. *JAMA*, 2020, 323(11): 1061-1069.
- [13] Tang S, Mao YX, Jones RM, et al. Aerosol transmission of SARS-CoV-2 evidence, prevention and control[J]. *Environ Int*, 2020, 144: 106039.
- [14] Morawska L, Tang JW, Bahnfleth W, et al. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?[J]. *Environ Int*, 2020, 142: 105832.
- [15] Gilkeson CA, Camargo-Valero MA, Pickin LE, et al. Measurement of ventilation and airborne infection risk in large naturally ventilated hospital wards[J]. *Build Environ*, 2013, 65: 35-48.
- [16] Knibbs LD, Morawska L, Bell SC, et al. Room ventilation and the risk of airborne infection transmission in 3 health care settings within a large teaching hospital[J]. *Am J Infect Control*, 2011, 39(10): 866-872.
- [17] The Indoor Environment Group of the Lawrence Berkeley National Laboratory. Ventilation rates and respiratory illness[Z]. LBNL, 2021.
- [18] World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory diseases in health care[EB/OL]. (2014-04-07)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/infection-prevention-and-control-of-epidemic-and-pandemic-prone-acute-respiratory-infections-in-health-care>.
- [19] Zhang HH, Yang D, Tam VWY, et al. A critical review of combined natural ventilation techniques in sustainable buildings[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 141: 110795.
- [20] Lomas KJ, Cook MJ, Fiala D. Low energy architecture for a severe US climate: design and evaluation of a hybrid ventilation strategy[J]. *Energy Build*, 2007, 39(1): 32-44.
- [21] Etheridge D. A perspective on fifty years of natural ventilation research[J]. *Build Environ*, 2015, 91: 51-60.
- [22] World Health Organization. WHO policy on TB infection control in health-care facilities, congregate settings and households[EB/OL]. (2009-02-15)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241598323>.
- [23] World Health Organization. Hospital infection control guidance for severe acute respiratory syndrome (SARS)[Z]. WHO, 2003.
- [24] World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic prone acute respiratory diseases in health care - WHO Interim Guidelines[Z]. WHO, 2007.
- [25] World Health Organization. Natural ventilation for infection control in health-care settings[EB/OL]. (2009-01-14)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547857>.
- [26] World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic prone acute respiratory infections in health care[EB/OL]. (2014-04-07)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/infection-prevention-and-control-of-epidemic-and-pandemic-prone-acute-respiratory-infections-in-health-care>.
- [27] World Health Organization. Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level[EB/OL]. (2016-11-01)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549929>.
- [28] World Health Organization. Infection prevention and control assessment framework at the facility level[EB/OL]. (2018-11-06)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-SDS-2018.9>.
- [29] World Health Organization. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected[Z]. WHO, 2020.
- [30] World Health Organization. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19[EB/OL]. (2021-03-01)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>.
- [31] World Health Organization. Standard precautions for the prevention and control of infections: aide-memoire[EB/OL]. (2022-06-20)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHL-IHS-IPC-2022.1>.
- [32] World Health Organization. Transmission-based precautions for the prevention and control of infections: aide-memoire[EB/OL]. (2022-06-20)[2023-05-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHL-IHS-IPC-2022.2>.
- [33] 中华人民共和国卫生部. 传染性非典型肺炎医院感染控制指导原则(试行)[Z]. 2003. Ministry of Health of the People's Republic of China. Guiding principles for hospital infection control of SARS(Trial)[Z]. MOH, 2003.
- [34] 中华人民共和国卫生部. 医院预防与控制传染性非典型肺炎(SARS)医院感染的技术指南[Z]. 2003. Ministry of Health of the People's Republic of China. Techni-

cal guidelines for hospital prevention and control of SARS[Z]. MOH, 2003.

- [35] 中华人民共和国卫生部. 医院空气净化管理规范: WS/T 368—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

Ministry of Health of the People's Republic of China. Management specification of air cleaning technique in hospitals: WS/T 368 - 2012 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2012.

- [36] 中华人民共和国卫生部. 医院隔离技术规范: WS/T 311—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

Ministry of Health of the People's Republic of China. Technique standard for isolation in hospitals: WS/T 311 - 2009 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009.

- [37] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 传染病医院建筑设计规范: GB 50849—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of infectious diseases hospital: GB 50849 - 2014[S]. Beijing: China Planning Press, 2014.

- [38] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 综合医院建筑设计规范: GB 51039—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of general hospital: GB 51039—2014[S]. Beijing: China Planning Press, 2014.

- [39] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第一版)[EB/OL]. (2021 - 01 - 23)[2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqfkdt/202001/b91fdab7c304431eb082d67847d27e14.shtml>.

National Health Commission of the People's Republic of China. Technical guidelines for the infection prevention and control of COVID-19 (First edition)[EB/OL]. (2021 - 01 - 23) [2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqfkdt/202001/b91fdab7c304431eb082d67847d27e14.shtml>.

- [40] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新冠肺炎疫情期间医学观察和救治临时特殊场所卫生防护技术要求: WS 694—2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.

National Health Commission of the People's Republic of China. Health protection requirements of temporary special places for medical observation and treatment during COVID-19 epidemic: WS 694 - 2020[S]. Beijing: Standards Press of China, 2020.

- [41] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第二版)[EB/OL]. (2021 - 04

- 13) [2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zycgj/s7659/202104/f82ac450858243e598747f99c719d917.shtml>.

National Health Commission of the People's Republic of China. Technical guidelines for the infection prevention and control of COVID-19 (Second edition)[EB/OL]. (2021 - 04 - 13)[2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zycgj/s7659/202104/f82ac450858243e598747f99c719d917.shtml>.

- [42] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 医疗机构内新型冠状病毒感染预防与控制技术指南(第三版)[EB/OL]. (2021 - 09 - 13) [2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zycgj/s7659/202109/c4082ed2db674c6eb369dd0ca58e6d30.shtml>.

National Health Commission of the People's Republic of China. Technical guidelines for the infection prevention and control of COVID-19 (Third edition)[EB/OL]. (2021 - 09 - 13) [2023 - 05 - 20]. <http://www.nhc.gov.cn/zycgj/s7659/202109/c4082ed2db674c6eb369dd0ca58e6d30.shtml>.

- [43] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 住房和城乡建设部办公厅关于国家标准《综合医院建筑设计规范(局部修订条文征求意见稿)》公开征求意见的通知[EB/OL]. (2022 - 06 - 10) [2023 - 05 - 20]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/202206/20220610_766621.html?eqid=c8349e0400031cd3000000026475bf58.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Notice from the department of the ministry of housing and urban-rural development on the public solicitation of comments on the national standard "Code of design of general hospital (partial revised draft)" [EB/OL]. (2022 - 06 - 10) [2023 - 05 - 20]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/202206/20220610_766621.html?eqid=c8349e0400031cd3000000026475bf58.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:解皓,刘抚英,张琪,等.世界卫生组织对医疗建筑自然通风的建议及思考[J].中国感染控制杂志,2024,23(5):547-555. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20244515.

Cite this article as: XIE Hao, LIU Fu-ying, ZHANG Qi, et al. Recommendations and reflections on natural ventilation in health-care buildings from World Health Organization[J]. Chin J Infect Control, 2024, 23(5): 547-555. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20244515.