

儿童呼吸道病毒感染的非药物干预专家共识



扫码阅读电子版

中国医药教育协会儿科专业委员会
中华医学会儿科学分会呼吸学组哮喘协作组
中国医师协会呼吸医师分会儿科呼吸工作委员会
中国研究型医院学会儿科学专业委员会
中国非公立医疗机构协会儿科专业委员会
中国中药协会儿童健康与药物研究专业委员会
中国医药新闻信息协会儿童安全用药分会
中国初级卫生保健基金会儿科专家委员会

全球儿科呼吸联盟

通信作者: 申昆玲, Email: kunlingshen1717@163.com

【摘要】 呼吸道病毒感染的非药物干预 (NPIs) 包括个人防护、环境措施、社会措施及旅行限制, 是预防呼吸道感染和传播的重要方式。然而在非呼吸道病毒大流行期间, 停课、集中隔离、关闭场所及旅行限制等不适合持续实施, 但佩戴口罩、手卫生、呼吸礼仪、通风、清洁和消毒物体表面、保持社交距离等在病毒季节性流行和日常感染预防中仍具有重要意义。为规范儿童常见呼吸道病毒感染的 NPIs, 特组织专家以临床医师和家长为目标人群制定此共识。

【关键词】 呼吸道病毒; 预防; 非药物干预; 儿童; 共识

DOI: 10. 3760/cma. j. cn101070-20230424-00327

Experts' consensus on non-pharmaceutical interventions for respiratory viral infections in children

China Medicine Education Association Committee on Pediatrics
Cooperative Group of Asthma, the Subspecialty Group of Respiratory, the Society of Pediatrics, Chinese Medical Association
Chinese Medical Doctor Association Committee on Respiratory Pediatrics
Chinese Research Hospital Association Committee on Pediatrics
Chinese Non-Government Medical Institutions Association Committee on Pediatrics
China Association of Traditional Chinese Medicine, Committee on Children's Health and Medicine Research
China News of Drug Information Association, Committee on Children's Safety Medication
China Primary Health Care Education Foundation Committee on Pediatrics
Global Pediatric Pulmonology Alliance

Corresponding author: Shen Kunling, Email: kunlingshen1717@163.com

【Abstract】 Non-pharmaceutical interventions (NPIs) are important for preventing respiratory virus infection, included personal protection, environmental measures, social measures and travel restrictions. With the end of pandemic, those interventions of school suspension, centralized isolation, and travel restrictions were no longer suitable for continuous implementation, but these still play an important role in the virus seasonality epidemic and daily infection prevention which included wearing masks, hand hygiene, respiratory etiquette, ventilation, cleaning and disinfection of object surfaces, maintaining social distance, et al. In order to further standardize NPIs for common respiratory virus infection in children, experts in related fields were organized to formulate this consensus with clinicians and parents as the target population.

【Key words】 Respiratory viruses; Prevention; Non-pharmaceutical interventions; Child; Consensus

DOI: 10. 3760/cma. j. cn101070-20230424-00327

呼吸道感染是儿童常见疾病, 占门急诊就诊首位, 也是导致儿童住院的主要原因^[1-3]。全球范围内, 病毒占儿童急性呼吸道感染的 61.4% ~ 77.1%^[4-7]。我国下呼吸道感染住院患儿中病毒的检出率为 70.3%^[8], 而急性上呼吸道感染中病毒所占比例更高^[4-5]。目前呼吸道病毒的疫苗及特效治疗药物有限, 非药物干预 (non-pharmaceutical interventions, NPIs) 是预防呼吸道感染的重要方式。自严重急性呼吸综合征冠状病毒-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-

CoV-2) 流行以来, 规范的 NPIs 备受关注。

NPIs 是指对感染性疾病传播有预防作用的行为, 包括个人防护、环境措施、社会措施及旅行限制, 具有降低病毒感染率, 延迟感染高峰, 缩小感染范围及控制感染流行的作用^[9-10]。呼吸道病毒大流行期间的 NPIs 包括佩戴口罩、进行手卫生 (hand hygiene)、遵守呼吸礼仪 (respiratory etiquette)、通风、清洁和消毒物体表面 (surface cleaning and disinfection)、保持社交距离、停课、隔离、关闭场所及旅行限制等。NPIs 大范围的严格实施

有效抑制了严重急性呼吸综合征冠状病毒(severe acute respiratory syndrome coronavirus, SARS-CoV)、甲型 H1N1 流感病毒及 SARS-CoV-2 的大流行^[11-12]。且 SARS-CoV-2 大流行期间实施的 NPIs 同时减少了其他呼吸道病毒的传播,也减少了病毒感染诱发的哮喘急性发作^[13-19]。在病毒季节性流行和日常感染的预防中,停课、集中隔离、关闭场所及旅行限制等不再适合持续实施,但其他 NPIs 仍具有重要的预防作用,为规范儿童常见呼吸道病毒感染的 NPIs,特组织专家以临床医师和家長为目标人群制定此共识。

1 儿童常见呼吸道病毒传播特点

儿童常见的呼吸道病毒主要包括呼吸道合胞病毒(respiratory syncytial virus, RSV)、鼻病毒(rhinovirus, RhV)、流感病毒(influenza virus, IV)、腺病毒(adenovirus, AdV)、副流感病毒(parainfluenza virus, PIV)、冠状病毒(coronavirus, CoV)、偏肺病毒(metapneumovirus, MPV)、博卡病毒(bocavirus, BoV)、SARS-CoV 和 SARS-CoV-2 等。其中 IV、SARS-CoV 和 SARS-CoV-2 能够导致全球大流行^[20], IV 和 RSV 等具有区域季节性流行的特征。呼吸道病毒的传播能力、传播途径以及易感人群是决定其能否传播并导致感染的关键因素。

1.1 呼吸道病毒的传播能力 传播能力是指病毒从一个宿主有效转移至另一个宿主的能力。了解呼吸道病毒的传播能力有助于评估其能否导致大流行或季节性流行。基本传染指数(basic reproduction number, R0)是描述病毒传播能力的常用参数,指在完全易感人群中每个病例平均传播的病例数^[21]。不同病毒的 R0 不同, R0 越大代表病毒传播能力越强, R0 > 1 表明每个现有感染者会导致 1 个以上新感染病例的出现,能够引起呼吸道病毒感染的流行^[22-23]。受感染者与易感者的接触比例、群体免疫和环境等因素影响,同种病毒在不同人群和场景中的 R0 不完全相同,见表 1。

呼吸道病毒感染的大流行是指一定时间内病毒感染迅速传播,其发病率显著超过历年平均水平,波及全国甚至全球。大流行的前提是人群普遍缺乏对该病毒的免疫力,群体免疫水平不存在或很低。季节性流行则是指受环境因素及群体免疫影响,病毒感染发病率在固定季节升高^[24]。感染高峰过后,人群暂时获得的免疫力随时间变化逐渐下降,并且温度和湿度等环境因素随季节变化逐渐有利于病毒传播,导致呼吸道病毒感染出现季节性流行。免疫个体比例达到群体免疫阈值时,呼吸道病毒的传播能力下降,季节性流行逐渐结束^[25]。

1.2 呼吸道病毒的传播途径 呼吸道病毒主要经空气传播和接触传播。

病毒的空气传播可以通过飞沫或气溶胶发生,目前普遍将直径 >5 μm 的颗粒视为飞沫,直径 ≤5 μm 的颗

表 1 常见儿童呼吸道病毒的 R0

Table 1 R0 of common respiratory viruses in children

病毒	R0
SARS-CoV-2 Alpha 毒株	2.0 ~ 4.0 ^[26]
SARS-CoV-2 Delta 毒株	3.2 ~ 8.0 ^[26]
SARS-CoV-2 Omicron 毒株	5.5 ~ 24.0 ^a [27-28]
SARS-CoV	2.0 ~ 3.0 ^[29]
CoV	0.5 ~ 8.0 ^[29-30]
IV	1.0 ~ 21.0 ^[26,31-32]
RSV	0.9 ~ 21.9 ^[26,33-36]
AdV	2.3 ~ 5.1 ^[23,30]
RhV	1.2 ~ 2.7 ^[30]
PIV	2.3 ~ 2.7 ^[30]
MPV	1.1 ~ 1.4 ^[37]

注:R0:基本传染指数;SARS-CoV-2:严重急性呼吸综合征冠状病毒-2;SARS-CoV:严重急性呼吸综合征冠状病毒;CoV:冠状病毒;IV:流感病毒;RSV:呼吸道合胞病毒;AdV:腺病毒;RhV:鼻病毒;PIV:副流感病毒;MPV:偏肺病毒;^a最高值 24.0 为南非的研究数据,是在没有免疫逃避的假设基础上获得的数值上限 R0:basic reproduction number;SARS-CoV-2: severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; SARS-CoV: severe acute respiratory syndrome coronavirus; CoV: coronavirus; IV: influenza virus; RSV: respiratory syncytial virus; AdV: adenovirus; RhV: rhinovirus; PIV: parainfluenza virus; MPV: metapneumovirus; ^athe highest value of 24.0 was the data from South Africa, which was obtained on the assumption of no immune escape

粒视为气溶胶^[38-39]。咳嗽、打喷嚏、说话和唱歌等活动均可产生直径从 0.1 ~ 100.0 μm 不等的气溶胶和/或飞沫,并随着活动强度的增加,飞沫和气溶胶排出数量增加^[40-43]。飞沫颗粒直径较大,在空气中停留时间短,运动距离 ≤2 m。而气溶胶可以在空气中停留 3 h,运动距离可达 6 ~ 8 m^[44]。咳嗽或打喷嚏能够使喷出的液滴迅速蒸发,产生的气溶胶更多,病毒的传播范围更广^[45]。儿童和成人之间的身高差增加了病毒经空气传播感染儿童的风险,在距离 1 ~ 2 m、高度差 50 ~ 70 cm 时,飞沫和气溶胶的浓度最大^[46]。冲洗马桶产生的气溶胶颗粒能够达到儿童站立的高度,会增加 AdV 和 SARS-CoV-2 等可经粪便排出的呼吸道病毒的传播风险^[45]。

病毒的接触传播可分为直接和间接 2 种方式。直接接触传播指易感者与感染者面部、颈部或其他暴露皮肤接触导致的病毒传播^[47]。这一过程中病毒的转移效率是 50%^[48],并且易感者距离感染源越近,接触具有传染性的病毒颗粒越多。间接接触传播是指易感者与含病毒分泌物或病毒污染的物体表面接触而导致的病毒传播。病毒的存活时间受污染材质、病毒特性以及温度和湿度等环境因素影响。IV、PIV、RSV 和 CoV 等具有包膜,能够在分泌物或物体表面存活数小时至数天。间接接触过程中,手部皮肤与物体间的病毒转移效率为 65%,并且随后 34% 的病毒能够转移至口腔^[49]。儿童手部与颌面部的接触频率高于成人,据统计婴幼儿手与口平均每 3 min 接触 1 次,3 ~ 6 岁儿童手和口平均每小时接触 9.5 次,6 ~ 11 岁儿童手口接触频率为每小时 2.9 ~ 6.7 次^[50]。儿童在幼托机构、学校等场所具有明显的聚集性,直接接触机会较成人更多,并且儿童通过

桌椅、把手及玩具等发生病毒间接接触传播的风险也较高。

1.3 呼吸道感染病毒的易感人群 儿童时期免疫系统处于不断发育阶段,更容易受到病毒感染。婴幼儿时期呼吸道病毒感染的发病率最高,可达 6~8 次/年^[51]。几乎所有儿童在 0~1 岁都感染过 RhV, 0~2 岁儿童都至少发生过 1 次 RSV 感染^[52]。新生儿和婴幼儿对呼吸道病毒的免疫力主要来自于免疫接种和母源性抗体,但目前可用于预防呼吸道病毒感染的疫苗有限,且大部分疫苗缺乏新生儿使用的有效性及安全性数据;母源性抗体滴度在出生后 6 个月内下降甚至消失,1 岁时儿童体内的 IgG 为成人水平的 70%^[53]。固有免疫和特异性免疫在婴幼儿时期开始发育,学龄前期成熟,青春期时达到成人水平^[53]。儿童呼吸道感染后所获得的固有免疫和特异性免疫在短期内逐渐减弱,可再次或反复感染同种呼吸道病毒^[54]。

与成人的交流互动以及免疫债 (immune debt) 的形成也增加了儿童的感染风险。生长发育过程中,儿童与成人的交流和接触不可避免,成人呼吸道病毒携带者或感染者是儿童呼吸道感染的重要传染源之一。免疫债是指特定时间(如呼吸道病毒大流行采取严格社交限制期间)内人群病原体免疫刺激缺乏,使其免疫水平较前下降,增加了儿童对常见呼吸道病毒的易感性^[55]。

由于以上因素,儿童对呼吸道病毒普遍易感,并且易感性贯穿整个儿童时期。在可获得疫苗种类有限的情况下,规范地实施 NPIs 能够阻止病毒传播,有效预防儿童呼吸道感染^[9-11]。

2 儿童呼吸道感染 NPIs 的规范

儿童呼吸道病毒感染的 NPIs 具有其特殊性和挑战性,需要不断地规范,达到减少病毒传播,保护易感儿童的目的。

2.1 佩戴口罩

2.1.1 佩戴口罩的年龄

推荐 (1) 建议 ≥6 岁儿童可自行佩戴口罩;(2) 3~6 岁儿童需在成人持续照护下佩戴口罩;(3) 不建议 <3 岁儿童佩戴口罩。

依据 关于儿童佩戴口罩的年龄建议基于“不伤害”原则。存在认知障碍、慢性呼吸系统疾病、发育障碍、残疾、佩戴口罩困难或有妨碍佩戴口罩的疾病以及在海拔地区等环境中,不强迫儿童佩戴口罩。

世界卫生组织 (WHO) 和我国均建议 ≥6 岁儿童在已知或怀疑存在呼吸道病毒社区传播的地区佩戴口罩,尤其是在通风不良或无法评估通风情况以及无法保持 ≥1 m 社交距离的环境中^[56]。<6 岁儿童在佩戴口罩过程中可能会出现情绪变化(焦虑、悲伤和痛苦等)、头痛、说话和呼吸困难等不适^[57]。因此,在 3~6 岁儿童

佩戴口罩时需成人进行持续的照顾和看护,减少口罩对其造成的情绪变化和不适,避免手部触及口罩和脸鼻部而导致的感染风险增加^[58]。<3 岁儿童呼吸道相对狭窄,佩戴口罩易引起呼吸困难,并且其在出现不适或呼吸困难时,不具备自行摘下口罩的能力,会增加窒息的风险^[56,59]。

2.1.2 佩戴口罩的时机

推荐 (1) 建议正常儿童在病毒感染流行期间处于人员密集或环境密闭的公共场所时以及在日常生活中与感染患者密切接触时佩戴口罩。(2) 建议无呼吸困难的呼吸道感染儿童在就医过程中;处于人员密集或环境密闭的公共场所时以及与未感染人员共处一室时佩戴口罩。(3) 建议儿童在通风良好和人员密度低的场所以及进行体育活动时可不佩戴口罩。

依据 佩戴口罩是预防呼吸道病毒传播的有效措施。健康儿童佩戴口罩能够减少飞沫和气溶胶的吸入。感染儿童佩戴口罩可以减少含病毒飞沫和气溶胶的排出。与未佩戴口罩相比,感染者佩戴口罩能够使病毒的传播减少超过 50%^[60]。

在密闭环境中,含病毒的飞沫和气溶胶更容易聚集,人群的暴露风险增加^[61]。在温度为 25℃,相对湿度为 60% 的室内环境中,飞沫和气溶胶经呼出气流高速传播,在 0.5 m 距离处病毒累积计数可从 4.5 s 的 33 拷贝 (copies) 迅速增加至 8 s 的 121 拷贝^[46]。在幼托机构、学校、商场和医院等公共场所,人员聚集性强,互动频率高,吸入含病毒飞沫或气溶胶的可能性大,病毒感染风险高^[62]。

在室外环境中,温度、湿度及紫外线等因素不利于病毒存活^[63-64],且飞沫和气溶胶中的病毒载量在气流等因素影响下迅速下降。室外人群密度及近距离交流频率相对较低,病毒空气传播的风险大大降低^[65-67]。

佩戴口罩会降低心肺功能、运动能力和舒适度^[59]。健康成人佩戴口罩后肺功能出现下降^[59]。与外科口罩相比,佩戴 N95 口罩时,金属条压迫上外侧鼻软骨影响鼻内道及鼻中部的软骨穹窿^[68]。N95 口罩能够使吸气和呼气阻力分别增加 126% 和 122%,空气交换量减少 37%^[69]。N95 口罩还能够使佩戴者的最大摄氧量降低 13%,通气能力降低 23%^[59]。3~12 岁儿童佩戴 N95 口罩可造成呼吸频率增加,呼气末二氧化碳分压升高^[70]。在健康受试者和有潜在呼吸系统疾病的受试者中,轻至中度的运动即可影响心肺功能^[59,69,71-73]。

2.1.3 口罩类型的选择

推荐 (1) 建议正常儿童使用医用口罩或外科口罩;(2) 建议有重症感染或并发症风险的 ≥12 岁儿童可选用 N95 口罩。

依据 医用口罩或外科口罩的阻水层、过滤层和吸

湿层提供防护的物理屏障,能够阻挡 $>10\ \mu\text{m}$ 颗粒的呼出和吸入,并且对 $<0.3\ \mu\text{m}$ 颗粒的平均过滤效率为 76%^[74]。口罩的病毒阻断效率主要取决于佩戴时是否与脸部贴合严密,贴合不严密时,可以阻止 56.6% 的传染性病毒颗粒被吸入;而在密切贴合的情况下,阻止传染性病毒颗粒被吸入的效率能够达到 94.8%^[48]。

N95 口罩的高密度无纺布和过滤层结构对 $<0.3\ \mu\text{m}$ 颗粒的平均滤过效率 $>95\%$ ^[75],能够有效阻止呼吸道病毒的气溶胶传播^[76]。且 N95 口罩面部贴合更为紧密,对气溶胶的过滤效率优于外科口罩。有重症感染或并发症风险的 ≥ 12 岁儿童可选用 N95 口罩预防呼吸道感染,尤其是患有先天性心脏病、神经肌肉疾病、重度营养不良、遗传代谢性疾病、免疫抑制、原发性免疫缺陷和人类免疫缺陷病毒感染等疾病的患儿^[71]。但由于 N95 口罩对心肺功能、运动能力和舒适度的影响较外科口罩更为显著,这部分高危儿童需经临床医师评估除外存在影响心肺功能的情况后,方可使用 N95 口罩。

2.1.4 佩戴口罩的注意事项 对于任何类型的口罩,正确的佩戴、更换以及处置都至关重要,在确保有效性的同时,需避免增加传播风险的行为。儿童在佩戴口罩时需注意^[77]:(1)选择适合儿童尺寸的口罩。(2)佩戴口罩前需洗手,注意口罩正反和上下;口罩应遮盖口鼻,调整鼻夹至贴合面部。(3)若感到呼吸困难可通过摘取两端绳线脱去口罩。(4)口罩有破损或弄脏后应立即更换。(5)摘下的口罩需丢进医用垃圾桶或有盖的垃圾桶内,然后进行手卫生。(6)口罩内外不能交替使用。佩戴中避免触碰口罩,无意中触摸了用过的口罩应进行手卫生。(7)不应同时佩戴多个口罩及带有呼吸阀的医用防护口罩。佩戴多个口罩不能有效增加防护效果,反而会增加呼吸阻力,并破坏密合性。口罩上的呼吸阀可以使传染性颗粒绕过过滤层,无法有效阻挡传染性分泌物的排出。(8)医用口罩、外科口罩和 N95 口罩均为一次性限时使用:医用口罩或外科口罩累计使用不超过 4 h, N95 口罩建议的累积使用时间为 6~8 h。

在无法获得或难以佩戴口罩的情况下, <6 岁儿童可选用专用面罩作为替代防护措施。使用时需确保面罩覆盖至面部两侧及下颌以下。但面罩阻止病毒传播的作用不如口罩^[78],使用面罩的同时还应采取其他 NPIs 措施,以最大限度降低 <6 岁儿童的感染风险。

2.2 手卫生

推荐 (1)建议儿童在日常生活中养成进行手卫生的良好健康习惯;(2)建议 <6 岁儿童使用肥皂水或洗手液进行手卫生。

依据 进行手卫生是防止呼吸道病毒感染接触传播的主要措施。手卫生包括流动水洗手和手消毒;是日常生活中常见的卫生习惯^[79]。受污染的手接触口、鼻

和眼睛等部位的皮肤或黏膜时可发生病毒的接触传播。病毒还可以通过受污染的手从一个表面转移到另一个表面,从而促进间接接触传播。进行手卫生可以将呼吸道感染的风险降低 16%^[80]。并且进行手卫生对儿童日常活动的影响最小,可接受性最强^[81]。

正确的洗手方法(图 1^[82])能够减少病毒对物体表面的污染,减少病毒的间接传播风险。进行手卫生的时机主要包括:(1)接触被污染物体后;(2)咳嗽、打喷嚏和清洁鼻腔等手部被呼吸道分泌物污染时;(3)接触食物和吃饭前;(4)接触扶手、门把手等公共设施后;(5)进入医院前和离开医院后;(6)外出返家后;(7)如厕后;(8)发现双手变脏时。



图 1 正确的洗手方法^[82]

Figure 1 Proper hand washing operations^[82]

常用的手部清洁液包括普通洗手液、抑菌洗手液和速干手消毒剂 3 种。儿童使用含酒精的速干手消毒剂较成人危险。 <6 岁儿童可能会出现速干手消毒剂的误食,造成低血糖、呼吸暂停、酸中毒及昏迷等情况^[83]。儿童皮肤较成人敏感,含酒精的速干手消毒剂更易渗透进皮肤,导致表皮变薄、干燥、脱皮及过敏等情况^[84]。安装在成人腰部高度的速干手消毒剂,大多处于儿童眼睛高度水平或以上,增加了儿童眼外伤的风险^[85-86]。因此,建议 <6 岁儿童使用肥皂水或洗手液进行手卫生。

2.3 清洁和消毒物体表面

推荐 (1)非医疗环境中的物体表面应以清洁为主,消毒为辅。并且清洁应遵循从干净到脏,从高到低的顺序。(2)可选用浓度为 0.1% 的次氯酸钠或 70%~90% 的酒精对非医疗环境中的物体表面进行消毒。(3)不建议向人体喷洒消毒剂,也不建议使用喷洒的方式对室内物体表面进行消毒。

依据 清洁是指人为去除物体表面的灰尘和有机物质等成分,有助于清除或减少物体表面的病毒负荷,是消毒物体表面前必不可少的操作^[87]。灰尘、污垢和有机物可以通过阻碍消毒剂与病原体接触或改变消毒剂活性进而降低消毒剂的有效性^[88]。病毒可在物体表面长时间存活,不同类型物体表面的病毒存活时间不完全相同。SARS-CoV-2 在铜表面存活时间为 4 h,在不锈钢和塑料表面存活时间为 4 d,在医用口罩外层的存活

时间可达 7 d^[89-90]。室温下, CoV 在玻璃表面的最长存活时间为 14 d^[44]。清洁物体表面时, 应遵循从最干净区域到最脏区域、从较高位置到较低位置的顺序。对感染患儿的衣物进行常规的洗涤处理即可, 洗涤剂可清除 99% 的病毒颗粒^[91]。

消毒是通过消毒剂或杀菌剂使物体表面微生物失去感染能力的过程^[87]。可选择合适的消毒剂对清洁后物体表面进行消毒, 减少病毒的间接接触传播以及避免污染物中的病毒形成悬浮的气溶胶颗粒^[91]。消毒剂的选择需考虑当下流行的呼吸道病毒类型及消毒剂的特性。在家庭、幼托机构和学校等非医疗环境中, 使用浓度为 0.1% 的次氯酸钠或 70% ~ 90% 的酒精即可达到对常见呼吸道病毒进行物体表面消毒的目的^[92]。地面、墙壁可通过擦拭的方式进行消毒。桌椅、把手、水龙头及玩具等高频接触物体表面可通过浸泡或擦拭进行消毒。

在任何情况下都不建议向人体喷洒消毒剂。这可能会造成心理伤害以及眼睛和皮肤刺激、支气管痉挛和胃肠道反应等身体不适, 但不会降低病毒经飞沫或接触传播的能力^[92-93]。不建议在室内通过喷洒等方式对物体表面进行消毒。喷洒消毒剂无法有效去除污染物, 并会遗漏被物体遮挡的表面、折叠织物或设计复杂的表面, 还会对人的眼睛、呼吸道或皮肤造成刺激^[92-95]。消毒剂均为外用, 不得口服; 应置于儿童不易接触的位置, 避免误服。

2.4 保持社交距离与居家休息

推荐 (1) 建议儿童保持 1 m 以上的社交距离; (2) 建议有呼吸道感染症状的儿童居家休息。

依据 近距离接触不仅涉及病毒的飞沫和气溶胶传播, 还会涉及病毒的直接接触传播。离飞沫和气溶胶产生的源头越近, 病毒载量越高, 保持适当的社交距离在预防病毒空气传播中有重要作用。随着社交距离的增加, 飞沫和气溶胶会在环境气流以及重力作用下分散并沉降^[58]。绝大部分飞沫在 1 m 内随着呼出气流沉降至地面。保持 1 m 的社交距离还能够减少握手、拥抱以及触摸脸部等接触行为, 有效降低病毒的直接接触传播风险^[96]。

有发热、咳嗽等呼吸道感染症状的儿童应该居家休息, 在其症状缓解或不具有传染性时可返校继续学习。需关注儿童在保持社交距离和选择居家休息期间的身心健康, 这一时期儿童户外活动时间减少, 屏幕和社交媒体使用时间增加, 人际关系和社会行为的刺激减少; 可能会对儿童的生长发育及心理健康造成影响^[97-98]。

2.5 遵守呼吸礼仪

推荐 建议儿童在日常生活中遵守呼吸礼仪。

依据 呼吸礼仪旨在最大限度地减少呼吸道病毒

的空气传播, 其内容主要为: 咳嗽和打喷嚏时捂住口鼻; 或用纸巾、肘部内侧遮挡, 阻断呼吸道分泌物喷射并及时处理; 或把头远离他人, 保持足够的社交距离。建议儿童在日常生活中遵守呼吸礼仪, 特别是呼吸道病毒流行期间^[99]。儿童在进行呼吸礼仪后应注意手卫生, 避免手部及其他被污染衣物接触眼睛、鼻子等部位的皮肤和黏膜, 防止病毒接触传播。

2.6 增加通风

推荐 建议在呼吸道病毒感染流行期间增加环境通风。天气条件允许时, 每天自然通风 2 ~ 3 次, 每次不少于 30 min; 使用空调系统的环境通风次数应为 2 次/h。

依据 将新鲜空气从清洁程度较高的区域输送到清洁程度较低的区域, 有助于稀释空气中病毒飞沫和气溶胶的浓度, 降低病毒的传播风险^[100-101]。家庭成员出现感染症状或有呼吸道病毒感染患者到访后, 尽可能增加自然通风的频率和时间。寒冷季节尽量选择在儿童外出时通风, 或对每个房间进行单独通风。空调自带的过滤网/过滤器及消毒装置可有效阻断病毒传播, 建议具备新风功能空调的通风次数为 2 次/h^[102]。在环境拥挤且病毒暴露程度高的室内, 仅通过增加通风次数很难改善通气率, 仍存在较高的病毒气溶胶传播风险, 可选用高效微粒空气过滤器和动态空气消毒机降低病毒气溶胶浓度^[103-104]。在使用高效微粒空气过滤器和动态空气消毒机时需关注气流、放置位置和空间使用率对空气过滤或消毒效果的影响。

2.7 保持鼻腔和口腔卫生

推荐 建议儿童养成保持鼻腔和口腔卫生的良好健康习惯。

依据 保持鼻腔和口腔卫生能够抑制局部定植的病毒、细菌等微生物过度增殖, 可预防呼吸道病毒及继发的细菌感染。鼻腔冲洗能够降低上呼吸道病毒载量, 减少病毒飞沫或气溶胶向空气中释放, 且鼻腔冲洗成本低、不良反应小, 在 SARS-CoV-2 流行期间已被用于病毒感染的预防^[105-107]。对于吞咽障碍、生活不能自理、气管插管或气管切开的患儿, 保持口腔卫生能够抑制口腔中定植的微生物, 防止呼吸道感染的发生^[108]。

2.8 培养儿童呼吸道病毒感染的 NPIs

推荐 建议通过宣传和教育, 培养儿童呼吸道病毒感染 NPIs 的习惯。

依据 儿童年龄及发育的特殊性、依从性均会影响 NPIs 的实施和预防病毒传播的效果。儿童应被告知并学习适合其年龄的、与呼吸道病毒相关的基本知识, 包括症状、并发症、如何传播以及如何预防传播等。学龄前儿童应注重良好健康习惯的培养。学龄期及青春期儿童应逐渐培养其形成预防病毒传播的知识体系。将

适当的健康教育纳入到所学知识中,倾听并解答儿童关于常见呼吸道病毒感染 NPIs 的疑惑。强调他们在呼吸道病毒预防中的重要作用,告知其实施呼吸道病毒感染的 NPIs 对自己和他人的健康具有重要意义。家庭及学校的卫生教育能够激发自我效能感,增强个人卫生意识并提高儿童 NPIs 的实施和预防效果^[109]。

3 总结

呼吸道病毒是儿童常见的感染性病原体,临床医师和家长需了解儿童常见呼吸道病毒的种类、传播能力和传播途径。儿童对呼吸道病毒普遍易感,且与成人的互动交流及免疫债进一步增加了儿童的易感性。NPIs 能够有效阻止呼吸道病毒传播,预防儿童呼吸道感染。培养儿童正确的佩戴口罩、进行手卫生、清洁和消毒物体表面、保持社交距离、增加通风和遵守呼吸礼仪等,对减少呼吸道病毒传播,降低儿童呼吸道病毒感染的疾病负担至关重要。

(郑跃杰 韩鹏 徐保平 申昆玲 执笔)

郑跃杰和韩鹏对本文有同等贡献

参与本共识制定和审校的专家(按姓氏拼音排序):曹玲(首都儿科研究所附属儿童医院);陈兰勤(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);陈志敏(浙江大学医学院附属儿童医院);杜立中(浙江大学医学院附属儿童医院);符州(国家儿童健康与疾病临床研究中心,重庆医科大学附属儿童医院);高恒妙(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);韩鹏(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);黄敏(上海交通大学医学院附属儿童医院,上海市儿童医院);李彩凤(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);李莉(深圳市儿童医院);林毅(青岛大学附属医院);刘瀚旻(四川大学华西第二医院);刘小会(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);刘秀云(首都医科大学附属北京儿童医院);卢根(广州市妇女儿童医疗中心);罗万军(华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院);任晓旭(首都儿科研究所附属儿童医院);申昆玲(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心,深圳市儿童医院);舒赛男(华中科技大学同济医学院附属同济医院);王朝敏(四川大学华西第二医院);王晓玲(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);吴小川(中南大学湘雅二医院儿童医学中心);徐保平(国家儿童医学中心,首都医科大学附属北京儿童医院,国家呼吸系统疾病临床医学研究中心);叶乐平(北京大学第一医院);郑跃杰(深圳市儿童医院)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Perin J, Mulick A, Yeung D, et al. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000-19: an updated systematic analysis with implications for the Sustainable Development Goals [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2022, 6(2): 106-115. DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00311-4.
- [2] GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1204-1222. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
- [3] World Health Organization. Global Health Estimates 2016: deaths by cause, age, sex, by country and by region, 2000 - 2019 [EB/OL]. [2023-02-09]. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/estimates/en/index1.html.
- [4] Lin CY, Hwang D, Chiu NC, et al. Increased Detection of Viruses in Children with Respiratory Tract Infection Using PCR [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(2): 564. DOI: 10.3390/ijerph17020564.
- [5] Lei C, Yang L, Lou CT, et al. Viral etiology and epidemiology of pediatric patients hospitalized for acute respiratory tract infections in Macao: a retrospective study from 2014 to 2017 [J]. *BMC Infect Dis*, 2021, 21(1): 306. DOI: 10.1186/s12879-021-05996-x.
- [6] Pneumonia Etiology Research for Child Health (PERCH) Study Group. Causes of severe pneumonia requiring hospital admission in children without HIV infection from Africa and Asia: the PERCH multi-country case-control study [J]. *Lancet*, 2019, 394(10200): 757-779. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30721-4.
- [7] Jain S, Williams DJ, Arnold SR, et al. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among U. S. children [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(9): 835-845. DOI: 10.1056/NEJMoa1405870.
- [8] 谢正德, 肖艳, 刘春艳, 等. 儿童急性下呼吸道感染病毒病原学 2007 - 2010 年监测 [J]. *中华儿科杂志*, 2011, 49(10): 745-749. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2011.10.008.
- [9] Xie ZD, Xiao Y, Liu CY, et al. Three years surveillance of viral etiology of acute lower respiratory tract infection in children from 2007 to 2010 [J]. *Chin J Pediatr*, 2011, 49(10): 745-749. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2011.10.008.
- [10] Perra N. Non-pharmaceutical interventions during the COVID-19 pandemic: A review [J]. *Phys Rep*, 2021, 913: 1-52. DOI: 10.1016/j.physrep.2021.02.001.
- [11] World Health Organization. Global influenza strategy 2019-2030 [EB/OL]. [2022-12-29]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/311184>.
- [12] Rashid H, Ridda I, King C, et al. Evidence compendium and advice on social distancing and other related measures for response to an influenza pandemic [J]. *Paediatr Respir Rev*, 2015, 16(2): 119-126. DOI: 10.1016/j.prrv.2014.01.003.
- [13] Pan A, Liu L, Wang C, et al. Association of Public Health Interventions With the Epidemiology of the COVID-19 Outbreak in Wuhan, China [J]. *JAMA*, 2020, 323(19): 1915-1923. DOI: 10.1001/jama.2020.6130.
- [14] Rodgers L, Sheppard M, Smith A, et al. Changes in Seasonal Respiratory Illnesses in the United States During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic [J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(Suppl 1): S110-S117. DOI: 10.1093/cid/ciab311.
- [15] Chow EJ, Uyeki TM, Chu HY. The effects of the COVID-19 pandemic on community respiratory virus activity [J]. *Nat Rev Microbiol*, 2023, 21(3): 195-210. DOI: 10.1038/s41579-022-00807-9.
- [16] Yeoh DK, Foley DA, Minney-Smith CA, et al. Impact of Coronavirus Disease 2019 Public Health Measures on Detections of Influenza and Respiratory Syncytial Virus in Children During the 2020 Australian Winter [J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 72(12): 2199-2202. DOI: 10.1093/cid/ciaa1475.
- [17] Feng Z, Xu B, Zhong L, et al. A multicentre study on the incidence of respiratory viruses in children with community-acquired pneumonia requiring hospitalization in the setting of the zero-COVID policy in China [J]. *Arch Virol*, 2023, 168(2): 64. DOI: 10.1007/s00705-023-05698-6.
- [18] Zhang LN, Cao L, Meng LH. Pathogenic changes of community-acquired pneumonia in a children's hospital in Beijing, China before and after COVID-19 onset: a retrospective study [J]. *World J Pediatr*, 2022, 18(11): 746-752. DOI: 10.1007/s12519-022-00592-8.
- [19] Li ZJ, Yu IJ, Zhang HY, et al. Broad Impacts of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic on Acute Respiratory Infections in China: An Observational Study [J]. *Clin Infect Dis*, 2022, 75(1): e1054-e1062. DOI: 10.1093/cid/ciab942.
- [20] Alsulaiman JW, Kheirallah KA, Ajlony MJ, et al. Paediatric asthma exacerbation admissions and stringency of non-pharmaceutical interventions: Results from a developing country [J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75(9): e14423. DOI: 10.1111/ijcp.14423.
- [21] Chala B, Hamde F. Emerging and Re-emerging Vector-Borne Infectious Diseases and the Challenges for Control: A Review [J]. *Front Public Health*, 2021, 9: 715759. DOI: 10.3389/fpubh.2021.715759.
- [22] Ma J. Estimating epidemic exponential growth rate and basic reproduction number [J]. *Infect Dis Model*, 2020, 5: 129-141. DOI: 10.1016/j.idm.2019.12.009.
- [23] Lim JS, Cho SI, Ryu S, et al. Interpretation of the Basic and Effective Reproduction Number [J]. *J Prev Med Public Health*, 2020, 53(6): 405-408. DOI: 10.3961/jpmph.20.288.
- [24] Leung NHL. Transmissibility and transmission of respiratory viruses [J]. *Nat Rev Microbiol*, 2021, 19(8): 528-545. DOI: 10.1038/s41579-021-00535-6.
- [25] Dunning J, Thwaites RS, Openshaw PJM. Seasonal and pandemic influenza: 100 years of progress, still much to learn [J]. *Mucosal Immunol*, 2020, 13(4): 566-573. DOI: 10.1038/s41385-020-0287-5.
- [26] Munro AP, Jones CE. Immunity debt and unseasonal childhood respiratory viruses [J]. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2022, 83(9): 1-3. DOI: 10.12968/hmed.2022.0349.

- [26] Cilloniz C, Luna CM, Hurtado JC, et al. Respiratory viruses; their importance and lessons learned from COVID-19 [J]. *Eur Respir Rev*, 2022, 31 (166): 220051. DOI: 10.1183/16000617.0051-2022.
- [27] Metaculus. What will be the R0 of the Omicron variant according to the mean estimate of the first relevant systematic review? [EB/OL]. [2023-02-10]. <https://www.metaculus.com/questions/8755/estimated-r0-of-omicron-variant/>.
- [28] Liu Y, Rocklöv J. The effective reproductive number of the Omicron variant of SARS-CoV-2 is several times relative to Delta [J]. *J Travel Med*, 2022, 29 (3): taac037. DOI: 10.1093/jtm/taac037.
- [29] Petersen E, Koopmans M, Go U, et al. Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics [J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20 (9): e238-e244. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30484-9.
- [30] Wang CC, Prather KA, Sznitman J, et al. Airborne transmission of respiratory viruses [J]. *Science*, 2021, 373 (6558): eabd9149. DOI: 10.1126/science.abd9149.
- [31] Chong KC, Zee BCY, Wang MH. Approximate Bayesian algorithm to estimate the basic reproduction number in an influenza pandemic using arrival times of imported cases [J]. *Travel Med Infect Dis*, 2018, 23: 80-86. DOI: 10.1016/j.tmaid.2018.04.004.
- [32] Biggerstaff M, Cauchemez S, Reed C, et al. Estimates of the reproduction number for seasonal, pandemic, and zoonotic influenza: a systematic review of the literature [J]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14: 480. DOI: 10.1186/1471-2334-14-480.
- [33] Reis J, Shaman J. Simulation of four respiratory viruses and inference of epidemiological parameters [J]. *Infect Dis Model*, 2018, 3: 23-34. DOI: 10.1016/j.idm.2018.03.006.
- [34] Duvvuri VR, Granados A, Rosenfeld P, et al. Genetic diversity and evolutionary insights of respiratory syncytial virus A ON1 genotype: global and local transmission dynamics [J]. *Sci Rep*, 2015, 5: 14268. DOI: 10.1038/srep14268.
- [35] Otomaru H, Kamigaki T, Tamaki R, et al. Transmission of Respiratory Syncytial Virus Among Children Under 5 Years in Households of Rural Communities, the Philippines [J]. *Open Forum Infect Dis*, 2019, 6 (3): ofz045. DOI: 10.1093/ofid/ofz045.
- [36] Reis J, Shaman J. Retrospective Parameter Estimation and Forecast of Respiratory Syncytial Virus in the United States [J]. *PLoS Comput Biol*, 2016, 12 (10): e1005133. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1005133.
- [37] Hacker K, Kuan G, Vydiswaran N, et al. Pediatric burden and seasonality of human metapneumovirus over 5 years in Managua, Nicaragua [J]. *Influenza Other Respir Viruses*, 2022, 16 (6): 1112-1121. DOI: 10.1111/irv.13034.
- [38] World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic and pandemic prone acute respiratory infections in healthcare-WHO guidelines [EB/OL]. [2022-12-29]. http://www.who.int/csr/bioriskreduction/infection_control/publication/en/.
- [39] Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, et al. 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings [EB/OL]. (2022-05) [2022-12-29]. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/isolation/index.html>.
- [40] Yan J, Grantham M, Pantelic J, et al. Infectious virus in exhaled breath of symptomatic seasonal influenza cases from a college community [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2018, 115 (5): 1081-1086. DOI: 10.1073/pnas.1716561115.
- [41] Scheuch G. Breathing Is Enough; For the Spread of Influenza Virus and SARS-CoV-2 by Breathing Only [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2020, 33 (4): 230-234. DOI: 10.1089/jamp.2020.1616.
- [42] Dhand R, Li J. Coughs and Sneezes: Their Role in Transmission of Respiratory Viral Infections, Including SARS-CoV-2 [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2020, 202 (5): 651-659. DOI: 10.1164/rccm.202004-1263PP.
- [43] Fink JB, Ehrmann S, Li J, et al. Reducing Aerosol-Related Risk of Transmission in the Era of COVID-19: An Interim Guidance Endorsed by the International Society of Aerosols in Medicine [J]. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*, 2020, 33 (6): 300-304. DOI: 10.1089/jamp.2020.1615.
- [44] Loh NW, Tan Y, Taculod J, et al. The impact of high-flow nasal cannula (HFNC) on coughing distance: implications on its use during the novel coronavirus disease outbreak [J]. *Can J Anaesth*, 2020, 67 (7): 893-894. DOI: 10.1007/s12630-020-01634-3.
- [45] Chow CB. Post-SARS infection control in the hospital and clinic [J]. *Paediatr Respir Rev*, 2004, 5 (4): 289-295. DOI: 10.1016/j.prrv.2004.07.006.
- [46] Li H, Leong FY, Xu G, et al. Airborne dispersion of droplets during coughing: a physical model of viral transmission [J]. *Sci Rep*, 2021, 11 (1): 4617. DOI: 10.1038/s41598-021-84245-2.
- [47] Read JM, Eames KT, Edmunds WJ. Dynamic social networks and the implications for the spread of infectious disease [J]. *J R Soc Interface*, 2008, 5 (26): 1001-1007. DOI: 10.1098/rsif.2008.0013.
- [48] Zhang N, Chen W, Chan PT, et al. Close contact behavior in indoor environment and transmission of respiratory infection [J]. *Indoor Air*, 2020, 30 (4): 645-661. DOI: 10.1111/ina.12673.
- [49] Rusin P, Maxwell S, Gerba C. Comparative surface-to-hand and fingertip-to-mouth transfer efficiency of gram-positive bacteria, gram-negative bacteria, and phage [J]. *J Appl Microbiol*, 2002, 93 (4): 585-592. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2002.01734.x.
- [50] Xue J, Zartarian V, Moya J, et al. A meta-analysis of children's hand-to-mouth frequency data for estimating nondietary ingestion exposure [J]. *Risk Anal*, 2007, 27 (2): 411-420. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2007.00893.x.
- [51] Heikkinen T. Respiratory viruses and children [J]. *J Infect*, 2016, 72 (Suppl): S29-33. DOI: 10.1016/j.jinf.2016.04.019.
- [52] Obando-Pacheco P, Justicia-Grande AJ, Rivero-Calle I, et al. Respiratory Syncytial Virus Seasonality: A Global Overview [J]. *J Infect Dis*, 2018, 217 (9): 1356-1364. DOI: 10.1093/infdis/jiy056.
- [53] Ylberg S, Nilsson A. The developing immune system - from foetus to toddler [J]. *Acta Paediatr*, 2012, 101 (2): 120-127. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2011.02494.x.
- [54] Tomar N, De RK. A brief outline of the immune system [J]. *Methods Mol Biol*, 2014, 1184: 3-12. DOI: 10.1007/978-1-4939-1115-8_1.
- [55] 韩鹏, 郑跃杰, 杨永弘, 等. 儿童新型冠状病毒流行期间的免疫债及其影响 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2023, 38 (1): 4-9. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20230104-00004.
- [56] Han P, Zheng YJ, Yang YH, et al. Immune debt and its impact in children during severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 epidemic [J]. *Chin J Appl Clin Pediatr*, 2023, 38 (1): 4-9. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20230104-00004.
- [57] World Health Organization. Infection prevention and control in the context of coronavirus disease (COVID-19): a living guideline, 13 January 2023 [EB/OL]. (2023-01-13) [2023-01-17]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-ipc-guideline-2023.1>.
- [58] Assathiany R, Salnier C, Béchet S, et al. Face Masks in Young Children During the COVID-19 Pandemic: Parents' and Pediatricians' Point of View [J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 676718. DOI: 10.3389/fped.2021.676718.
- [59] Kizmaz E, Unver F, Telli Atalay O. The effects of face masks on cardiopulmonary capacity in healthy young individuals [J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2022, 62 (10): 1301-1305. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.12880-4.
- [60] Fikenzler S, Uhe T, Lavall D, et al. Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity [J]. *Clin Res Cardiol*, 2020, 109 (12): 1522-1530. DOI: 10.1007/s00392-020-01704-y.
- [61] Ueki H, Furusawa Y, Iwatsuki-Horimoto K, et al. Effectiveness of Face Masks in Preventing Airborne Transmission of SARS-CoV-2 [J]. *mSphere*, 2020, 5 (5): e00637-20. DOI: 10.1128/mSphere.00637-20.
- [62] Shao S, Zhou D, He R, et al. Risk assessment of airborne transmission of COVID-19 by asymptomatic individuals under different practical settings [J]. *J Aerosol Sci*, 2021, 151: 105661. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2020.105661.
- [63] Dietz L, Horve PF, Coil DA, et al. 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission [J]. *mSystems*, 2020, 5 (2): e00245-20. DOI: 10.1128/mSystems.00245-20.
- [64] Smither SJ, Eastaugh LS, Findlay JS, et al. Experimental aerosol survival of SARS-CoV-2 in artificial saliva and tissue culture media at medium and high humidity [J]. *Emerg Microbes Infect*, 2020, 9 (1): 1415-1417. DOI: 10.1080/22221751.2020.1777906.
- [65] Schuit M, Ratnesar-Shumate S, Yoltz J, et al. Airborne SARS-CoV-2 Is Rapidly Inactivated by Simulated Sunlight [J]. *J Infect Dis*, 2020, 222 (4): 564-571. DOI: 10.1093/infdis/jiaa334.
- [66] Nachbin A, Ribeiro-Junior R. Capturing the flow beneath water waves [J]. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*, 2018, 376 (2111): 20170098. DOI: 10.1098/rsta.2017.0098.
- [67] Lewis D. Superspreading drives the COVID pandemic and could help to tame it [J]. *Nature*, 2021, 590 (7847): 544-546. DOI: 10.1038/d41586-021-00460-x.
- [68] Bulfone TC, Malekinejad M, Rutherford GW, et al. Outdoor Transmission of SARS-CoV-2 and Other Respiratory Viruses: A Systematic Review [J]. *J Infect Dis*, 2021, 223 (4): 550-561. DOI: 10.1093/infdis/jiaa742.
- [69] Leung IOS, Lui KCM, Chau SKY, et al. Effect of wearing an N95 respirator on the internal nasal valve and the association with external nasal anatomy--a cohort study [J]. *J Laryngol Otol*, 2022, 136 (4): 333-340. DOI: 10.1017/S0022215121004655.
- [70] Lee HP, Wang de Y. Objective assessment of increase in breathing resistance of N95 respirators on human subjects [J]. *Ann Occup Hyg*, 2008, 5 (26): 1001-1007. DOI: 10.1098/rsif.2008.0013.

- 2011,55(8):917-921. DOI:10.1093/annhyg/mer065.
- [70] Lubrano R, Bloise S, Marcellino A, et al. Effects of N95 Mask Use on Pulmonary Function in Children [J]. *J Pediatr*, 2021, 237: 143-147. DOI:10.1016/j.jpeds.2021.05.050.
- [71] Wong AY, Ling SK, Louie LH, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on sports and exercise [J]. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*, 2020, 22: 39-44. DOI:10.1016/j.asmart.2020.07.006.
- [72] Kyung SY, Kim Y, Hwang H, et al. Risks of N95 Face Mask Use in Subjects With COPD [J]. *Respir Care*, 2020, 65(5): 658-664. DOI: 10.4187/respcare.06713.
- [73] Harber P, Santiago S, Bansal S, et al. Respirator physiologic impact in persons with mild respiratory disease [J]. *J Occup Environ Med*, 2010, 52(2): 155-162. DOI:10.1097/JOM.0b013e3181ca0ec9.
- [74] Babaahmadi V, Amid H, Naeimirad M, et al. Biodegradable and multi-functional surgical face masks: A brief review on demands during COVID-19 pandemic, recent developments, and future perspectives [J]. *Sci Total Environ*, 2021, 798: 149233. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149233.
- [75] Banerjee R, Roy P, Das S, et al. A hybrid model integrating warm heat and ultraviolet germicidal irradiation might efficiently disinfect respirators and personal protective equipment [J]. *Am J Infect Control*, 2021, 49(3): 309-318. DOI:10.1016/j.ajic.2020.07.022.
- [76] Konda A, Prakash A, Moss GA, et al. Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks [J]. *ACS Nano*, 2020, 14(5): 6339-6347. DOI:10.1021/acsnano.0c03252.
- [77] Machida M, Nakamura I, Saito R, et al. Incorrect Use of Face Masks during the Current COVID-19 Pandemic among the General Public in Japan [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(18): 6484. DOI:10.3390/ijerph17186484.
- [78] Lindsley WG, Blachere FM, Law BF, et al. Efficacy of face masks, neck gaiters and face shields for reducing the expulsion of simulated cough-generated aerosols [J]. *Aerosol Sci Technol*, 2021, 55(4): 449-457. DOI:10.1080/02786826.2020.1862409.
- [79] Lotfinejad N, Peters A, Tartari E, et al. Hand hygiene in health care: 20 years of ongoing advances and perspectives [J]. *Lancet Infect Dis*, 2021, 21(8): e209-e221. DOI:10.1016/S1473-3099(21)00383-2.
- [80] Rabie T, Curtis V. Handwashing and risk of respiratory infections: a quantitative systematic review [J]. *Trop Med Int Health*, 2006, 11(3): 258-267. DOI:10.1111/j.1365-3156.2006.01568.x.
- [81] Seale H, Mak JP, Razee H, et al. Examining the knowledge, attitudes and practices of domestic and international university students towards seasonal and pandemic influenza [J]. *BMC Public Health*, 2012, 12: 307. DOI:10.1186/1471-2458-12-307.
- [82] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. WS/T 699—2020. 中华人民共和国卫生行业标准——人群聚集场所手卫生规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020-07-20.
- National Health Commission of the People's Republic of China. WS/T 699—2020. Health Industry Standards of the People's Republic of China--Specification of Hand Hygiene for Congregate Settings [S]. Beijing: China Standards Press, 2020-07-20.
- [83] Marek E, Kraft WK. Ethanol pharmacokinetics in neonates and infants [J]. *Curr Ther Res Clin Exp*, 2014, 76: 90-97. DOI:10.1016/j.curtres.2014.09.002.
- [84] Mahmood A, Eqan M, Pervez S, et al. COVID-19 and frequent use of hand sanitizers; human health and environmental hazards by exposure pathways [J]. *Sci Total Environ*, 2020, 742: 140561. DOI:10.1016/j.scitotenv.2020.140561.
- [85] Yuan HY, Blakemore C. The impact of multiple non-pharmaceutical interventions on controlling COVID-19 outbreak without lockdown in Hong Kong: A modelling study [J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2022, 20: 100343. DOI:10.1016/j.lanwpc.2021.100343.
- [86] Akbas E, Korkmaz I, Palamar M, et al. Shifting trends in demographic features of chemical eye injuries during COVID-19 pandemic [J]. *Int Ophthalmol*, 2022, 42(7): 2127-2132. DOI: 10.1007/s10792-022-02211-x.
- [87] Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and Sterilization in Health Care Facilities; An Overview and Current Issues [J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2021, 35(3): 575-607. DOI:10.1016/j.idc.2021.04.004.
- [88] Rutala WA, Weber DJ. Monitoring and improving the effectiveness of surface cleaning and disinfection [J]. *Am J Infect Control*, 2016, 44(5 Suppl): e69-e76. DOI:10.1016/j.ajic.2015.10.039.
- [89] Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions [J]. *Lancet Microbe*, 2020, 1(1): e10. DOI:10.1016/S2666-5247(20)30003-3.
- [90] van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1 [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(16): 1564-1567. DOI:10.1056/NEJMc2004973.
- [91] Belišová N, Konečná B, Bachratá N, et al. Sorption of SARS-CoV-2 Virus Particles to the Surface of Microplastics Released during Washing Processes [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 19(1): 281. DOI:10.3390/ijerph19010281.
- [92] World Health Organization. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19 [EB/OL]. (2020-05-16) [2023-01-17]. <https://www.who.int/publications/i/item/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-in-the-context-of-covid-19>.
- [93] Zock JP, Plana E, Jarvis D, et al. The use of household cleaning sprays and adult asthma: an international longitudinal study [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2007, 176(8): 735-741. DOI:10.1164/rccm.200612-1793OC.
- [94] Mehtar S, Bulabula AN, Nyandemoh H, et al. Deliberate exposure of humans to chlorine-the aftermath of Ebola in West Africa [J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2016, 5: 45. DOI:10.1186/s13756-016-0144-1.
- [95] Schyllert C, Rönmark E, Andersson M, et al. Occupational exposure to chemicals drives the increased risk of asthma and rhinitis observed for exposure to vapours, gas, dust and fumes; a cross-sectional population-based study [J]. *Occup Environ Med*, 2016, 73(10): 663-669. DOI: 10.1136/oemed-2016-103595.
- [96] Chu DK, Akl EA, Duda S, et al. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet*, 2020, 395(10242): 1973-1987. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31142-9.
- [97] Brooks SK, Webster RK, Smith LE, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence [J]. *Lancet*, 2020, 395(10227): 912-920. DOI:10.1016/S0140-6736(20)30460-8.
- [98] Ellis WR, Dietz WH. A New Framework for Addressing Adverse Childhood and Community Experiences; The Building Community Resilience Model [J]. *Acad Pediatr*, 2017, 17(7S): S86-S93. DOI:10.1016/j.acap.2016.12.011.
- [99] Qualls N, Levitt A, Kanade N, et al. Community Mitigation Guidelines to Prevent Pandemic Influenza-United States, 2017 [J]. *MMWR Recomm Rep*, 2017, 66(1): 1-34. DOI:10.15585/mmwr.r6601a1.
- [100] Sze-To GN, Yang Y, Kwan JK, et al. Effects of surface material, ventilation, and human behavior on indirect contact transmission risk of respiratory infection [J]. *Risk Anal*, 2014, 34(5): 818-830. DOI:10.1111/risa.12144.
- [101] Tamerius JD, Shaman J, Alonso WJ, et al. Environmental predictors of seasonal influenza epidemics across temperate and tropical climates [J]. *PLoS Pathog*, 2013, 9(3): e1003194. DOI:10.1371/journal.ppat.1003194.
- [102] Azuma K, Yanagi U, Kagi N, et al. Environmental factors involved in SARS-CoV-2 transmission: effect and role of indoor environmental quality in the strategy for COVID-19 infection control [J]. *Environ Health Prev Med*, 2020, 25(1): 66. DOI:10.1186/s12199-020-00904-2.
- [103] Liu DT, Phillips KM, Speth MM, et al. Portable HEPA Purifiers to Eliminate Airborne SARS-CoV-2: A Systematic Review [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 166(4): 615-622. DOI:10.1177/01945998211022636.
- [104] Cheng Y, Hu J, Chen H, et al. Effects of Different Methods of Air Disinfection of Computed Tomography Rooms Dedicated to COVID-19 Cases [J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 5302910. DOI:10.1155/2020/5302910.
- [105] Ramalingam S, Graham C, Dove J, et al. A pilot, open labelled, randomised controlled trial of hypertonic saline nasal irrigation and gargling for the common cold [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 1015. DOI:10.1038/s41598-018-37703-3.
- [106] Baruah B. Could Simultaneous Nasal and Oral Irrigation Be a Non-therapeutic Tool against SARS-CoV-2? [J]. *ACS Chem Neurosci*, 2021, 12(1): 2-4. DOI:10.1021/acscchemneuro.0c00740.
- [107] Farrell NF, Klatt-Cromwell C, Schneider JS. Benefits and Safety of Nasal Saline Irrigations in a Pandemic-Washing COVID-19 Away [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2020, 146(9): 787-788. DOI:10.1001/jamaoto.2020.1622.
- [108] Zhao H, Jatana S, Bartoszko J, et al. Nonpharmaceutical interventions to prevent viral respiratory infection in community settings: an umbrella review [J]. *ERJ Open Res*, 2022, 8(2): 00650-2021. DOI:10.1183/23120541.00650-2021.
- [109] Rissman L, Deavenport-Saman A, Corden MH, et al. A pilot project: handwashing educational intervention decreases incidence of respiratory and diarrheal illnesses in a rural Malawi orphanage [J]. *Glob Health Promot*, 2021, 28(3): 14-22. DOI:10.1177/1757975920963889.

(收稿日期: 2023-04-24)
(本文编辑: 李建华)