

严重急性呼吸综合征-冠状病毒-2 (SARS-CoV-2) 的传播：对感染预防措施的影响

科学简报

2020年7月9日



世界卫生组织

本文件是 2020 年 3 月 29 日发布的题为《导致 COVID-19 的病毒传播模式：对感染预防和控制方面的预防建议的影响》科学简报的更新版，纳入了有关 SARS-CoV-2（导致 2019 冠状病毒病（COVID-19）的病毒）传播的最新科学证据。

概要

本科学简报概述了严重急性呼吸综合征-冠状病毒-2 (SARS-CoV-2) 的传播模式、对感染者何时传播病毒的现有了解，及其对医疗机构内外的感染预防和控制措施的影响。本科学简报不是系统综述。确切的说，它反映了世卫组织及其合作伙伴对同行评议期刊已发表的文献和预印本服务器上的未经同行评议的论文稿件的认真快速评估的综合结果。预印本未经同行评议，应谨慎解读其研究结论。本简报的编写经历了与世卫组织卫生紧急项目 COVID-19 感染预防控制的准备与应对特别专家咨询小组和世卫组织 COVID-19 感染预防控制指导文件特别制定小组的多次电话会议讨论，也通过了具有相关技术背景的外部专家的评审。

“COVID-19(1)全球战略准备与应对计划”的总目标是通过抑制病毒传播和预防相关疾病及死亡来控制 COVID-19。现有证据表明，导致 COVID-19 的 SARS-CoV-2 病毒主要在人与人之间传播。了解 SARS-CoV-2 如何传播、何时传播以及在何种环境下传播，对于制定有效的公共卫生和感染预防控制措施，进而打破病毒的传播链是至关重要的。

传播模式

本节简要介绍 SARS-CoV-2 的可能传播模式，包括接触、飞沫、空气、污染物、粪口、血液、母婴和动物与人之间的传播。感染 SARS-CoV-2 主要导致呼吸道疾病，程度从轻症到重症、甚至死亡，而某些感染该病毒的人则从未出现过症状。

接触和飞沫传播

SARS-CoV-2 的传播可以通过与感染者的直接、间接或密切接触，由感染者的唾液、呼吸道分泌物或飞沫等感染性分泌物传播，飞沫会在感染者咳嗽、打喷嚏、说话或唱歌时排出(2-10)。呼吸道飞沫的直径大于 5-10 μm ，而直径小于或等于 5 μm 的飞沫被称为飞沫核或气溶胶(11)。当一个人有与有呼吸道症状（如咳嗽或打喷嚏）或正在说话唱歌的感染者密切接触时（一米以内），可以发生呼吸道飞沫传播；在这种情况下，含有病毒的呼吸道飞沫可落在易感者的口、鼻或眼部，并导致感染。当易感宿主接触被污染的物体或环境表面时（污染物传播），还可能发生间接接触传播（见下）。

空气传播

空气传播的定义是由远距离、长时间悬浮在空气中且仍具传染性的飞沫核（气溶胶）的扩散而导致的感染因子的传播。SARS-CoV-2 的空气传播可以发生在产生气溶胶的医疗操作的过程中(12)。世卫组织与科学界一直在积极讨论和评估，在未进行产生气溶胶操作的情况下，SARS-CoV-2 是否有可能发生气溶胶传播，尤其是在通风不良的室内环境下。

学界根据呼出空气的物理学和流体力学原理, 形成了 SARS-CoV-2 通过气溶胶传播的可能机制假说(13-16)。其理论表明 1) 一些呼吸道飞沫可以通过蒸发产生微小的气溶胶 ($<5\mu\text{m}$), 2) 正常的呼吸和交谈会呼出气溶胶。这样, 易感者就可能将其吸入, 如果气溶胶中含有数量足以致病的病毒, 吸入者就可能被感染。然而, 呼出的飞沫核或因蒸发而产生气溶胶的呼吸道飞沫的大小, 以及引起感染所需的 SARS-CoV-2 活病毒的剂量 (感染剂量) 尚不明确。但是, 人们对其他呼吸道病毒进行过相关研究(17)。

一项实验研究量化了正常讲话时, 空气中持续存在的各种大小飞沫数量。然而, 作者承认其研究有赖于独立行动假说 (independent action hypothesis), 该假说尚未在人类和 SARS-CoV-2 上得到验证(18)。另一新近实验模型发现, 健康个体可以通过咳嗽和说话产生气溶胶(19), 还有模型表明, 在讲话过程中, 不同个体的颗粒释放率有很大差异, 释放率的增加与发声振幅的增加有关。迄今为止, 尚未证实 SARS-CoV-2 可以通过这种气溶胶途径传播; 考虑到该传播途径可能带来的影响, 我们还需要开展更多的研究。

相关实验研究已在受控的实验室条件下, 用高能射流喷雾器产生了感染性气溶胶样本。结果显示, 气溶胶空气样本中的 SARS-CoV-2 病毒 RNA 在一个研究中维持了 3 个小时, 而在另一研究中维持了 16 小时, 同时还在气溶胶中找到了可复制的活病毒(22)。这些研究结果源自实验诱导的气溶胶, 而不是反映人类正常咳嗽的情况。

一些针对收治有症状的 COVID-19 患者的医疗机构的研究发现, 这些机构虽未进行产生气溶胶的操作, 但是其空气样本中存在 SARS-CoV-2 病毒 RNA(23-28), 而其他一些在医疗和非医疗机构中进行的类似调查, 却并未发现 SARS-CoV-2 病毒 RNA 的存在; 没有任何研究在空气样本中发现活病毒(29-36)。在发现 SARS-CoV-2 病毒 RNA 的样本中, 从大量空气中检测到的 RNA 量极低, 一个在空气样本中发现 SARS-CoV-2 病毒 RNA 的研究则显示无法检出活病毒(25)。用逆转录-聚合酶链反应 (RT-PCR) 方法检测到病毒 RNA, 不一定表示发现了可以传播并能够引起感染的可复制、有感染性的病毒(37)。

新近的临床报告显示, 暴露于 COVID-19 指示病例的卫生工作者, 如果未接触产生气溶胶的操作 (未操作或未在场), 且采取了合适的接触和飞沫传播的预防措施, 如使用个人防护装备 (PPE), 尤其是佩戴医用口罩, 则并未出现院内感染的情况(38, 39)。这些观察结果表明, 该环境下未发生气溶胶传播。我们需要开展进一步的研究, 以确定是否能够在无产生气溶胶操作的环境空气样本中, 检测到 SARS-CoV-2 活病毒, 以及气溶胶在传播中可能发挥的作用。

在医疗机构以外, 一些与拥挤的室内空间相关的暴发报告(40)显示, 气溶胶传播可能与飞沫传播相伴存在, 如合唱团练习(7), 餐馆用餐(41)或上健身课(42)。在这些事件中, 尤其是在特定的室内场所, 如拥挤和通风不足的空间, 不能排除长时间与感染者待在一起, 会发生短距离气溶胶传播的可能性。然而, 对这些聚集性病例的详细研究表明, 飞沫和污染物传播也可以解释其人与人传播的关联。而且, 这些聚集性病例的密切接触过程, 也有助于病毒从少数病例传播给更多人 (如超级传播事件), 尤其是在未保持身体距离, 不采取手卫生措施和不使用口罩的情况下(43)。

污染物传播

感染者排出的呼吸道分泌物或飞沫会污染物体和环境表面, 形成污染物 (污染的表面)。用 RT-PCR 方法检测到的 SARS-CoV-2 活病毒和/或病毒 RNA 可在这些表面存在数小时甚至数天, 具体时间取决于周围环境 (包括温度、湿度) 和表面类型, 尤其在收治 COVID-19 患者的医疗机构中浓度较高(21, 23, 24, 26, 28, 31-33, 36, 44, 45)。因此, 可以通过接触被患者排出的病毒污染的物体 (如听诊器或体温计) 和环境表面, 而后接触口、鼻或眼部, 发生间接接触传播。

尽管有一致证据表明 SARS-CoV-2 可以污染环境表面, 且病毒可以在某些表面存活, 但没有具体报告直接证明发生污染物的传播。接触过潜在感染性表面的人通常也会与感染者有密切接触, 因而很难分辨呼吸道飞沫传播和污染物传播。但是, 考虑到对感染者周围环境污染的一致研究结果, 以及其他冠状病毒和呼吸道病毒能够以这种方式传播的事实, 污染物传播被认为是 SARS-CoV-2 的一种可能的传播方式。

其他传播模式

SARS-CoV-2 病毒 RNA 也可以在其他生物样本中检测到, 包括一些患者的尿液和粪便(46-50)。有研究在一名患者的尿液中发现了 SARS-CoV-2 活病毒(51)。有三项研究从粪便标本中培养出了 SARS-CoV-2(48, 52, 53)。然而, 迄今为止, 尚未有 SARS-CoV-2 通过粪便或尿液传播的研究报告发表。

一些研究称在血浆或血清中检测到了 SARS-CoV-2 病毒 RNA，且病毒可以在血细胞中复制。但是，血液传播的作用仍不确定；血浆和血清中病毒的滴度较低，提示通过这一途径的传播风险可能很低(48, 54)。虽然数据有限，但目前尚无证据表明感染的孕妇会通过宫内传播将 SARS-CoV-2 传染给胎儿。世卫组织最近发表了一份关于母乳喂养与 COVID-19 的科学简报(55)。该简报解释说，通过 RT-PCR 检测，研究者在一些感染 SARS-CoV-2 的女性的母乳样本中发现了病毒 RNA 片段，但在研究是否能分离出病毒时，并未发现活病毒。SARS-CoV-2 发生母婴传播的必要条件是，母乳中可复制、有感染性的病毒能够到达婴儿身体的目标位置，并且能够克服婴儿体内的防御系统。世卫组织建议，应支持疑似或确诊 COVID-19 的母亲开始或保持母乳喂养(55)。

迄今为止的证据表明，SARS-CoV-2 与在蝙蝠中发现的 β 冠状病毒的关系最为密切；在已知最早的人类病例中，中间宿主在传播方面的作用仍不清楚(56, 57)。目前除了调查 SARS-CoV-2 可能的中间宿主，还在进行一些研究，目的是更好地了解不同种类的动物对 SARS-CoV-2 的易感性。现有证据表明，感染 SARS-CoV-2 的人可以将病毒传染给其他哺乳动物，包括狗(58)、猫(59)和养殖的水貂(60)。但是，尚不清楚这些被感染的哺乳动物是否会对人类构成传播风险。

SARS-CoV-2 感染者何时会传染他人？

了解 SARS-CoV-2 感染者何时会传播病毒与了解病毒的传播方式（如上所述）同等重要。世卫组织最近发表了一篇科学摘要，根据疾病的严重程度，概述了对感染者何时会传播病毒的现有认识(61)。

总之，有证据表明，在患者症状出现前的 1-3 天即可检测到 SARS-CoV-2 的 RNA，经 RT-PCR 检测发现，症状出现当天的病毒载量最高，此后随着时间的推移逐渐下降(47, 62-65)。无症状感染者 RT-PCR 阳性结果持续时间一般为 1-2 周，轻型至普通型患者的 RT-PCR 阳性结果持续时间最长为 3 周或以上(62, 65-68)。对于 COVID-19 重症患者，这一时间会更长(47)。

检测到病毒 RNA 并不一定意味着一个人具有传染性、能够将病毒传播给其他人。目前，对患者的样本进行病毒培养，评估是否存在感染性 SARS-CoV-2 的研究十分有限(61)。简而言之，有研究从一例无症状感染者的样本(69)、从轻型至普通型患者症状出现后 8-9 天的样本和重症患者症状出现后更长时间的样本中分离出了活病毒(61)。关于病毒释放的持续时间的详细信息，可以在世卫组织《COVID-19 患者解除隔离的标准》的指导文件中找到(61)。我们需要开展进一步的研究，确定感染者释放活病毒的持续时间。

有症状的 SARS-CoV-2 感染者主要通过飞沫和密切接触传染他人

SARS-CoV-2 的传播似乎主要通过飞沫和与有症状的病例的密切接触传播。对中国 75 465 例 COVID-19 患者的分析发现，有 78-85% 的聚集性病例发生在家庭环境，这表明传播发生在密切和长期的接触期间(6)。对韩国早期病例的研究显示，在 13 个继发病例中有 9 个出现在家庭接触者中(70)。在家庭环境以外，如果与有症状的病例有密切身体接触、共同进餐、或在封闭空间内（如宗教场所、健身房或工作场所）停留约 1 小时或更长时间，则感染风险更高(7, 42, 71, 72)。其他国家也发现了类似的家庭继发传播结果，其报告也支持这一结论(73, 74)。

无症状的 SARS-CoV-2 感染者也可以传染他人

来自中国的早期数据表明，无症状的人可以感染他人(6)。为了更好地了解无症状感染者在传播中的作用，关键是要区分从未出现症状的感染者所造成的传播(75)（无症状传播）和已感染但尚未出现症状的人所引起的传播（症状前传播）。在制定控制传播的公共卫生战略时，这一区别非常重要。

社区中真正的无症状感染的程度仍然未知。无症状感染者的比例可能会随年龄而变化，因为高年龄组中基础疾病的患病率逐年增加（因而随着年龄的增长，罹患严重疾病的风险也随之增加），且有研究表明，与成年人相比，儿童感染后出现临床症状的可能性较小(76)。来自美国(77)和中国(78)的早期研究报告显示，有很多病例是无症状的，即在检测时未出现症状；但是，这些人中有 75-100% 后来出现了症状。根据最新的系统综述，不同研究获得的真正的无症状感染者的比例在 6% 至 41% 之间，对这些研究结果进行汇总分析，估计无症状感染者的比例为 16%（12%-20%）(79)。然而，该系统综述包括的所有研究都有重大的局限性(79)。例如，一些研究没有清楚地描述如何对检测时未出现症状的人进行随访，以确定他们后来是否出现了症状；而其他一些研究的“无症状”的定义则非常狭隘，即从未出现发热或呼吸道症状，而不是没有任何症状(76, 80)。最近一

项来自中国的研究对无症状感染进行了明确而适当定义，该研究表明，从未出现症状的感染者的比例为 23%(81)。

多项研究表明，感染者在发病前就会传染他人(10, 42, 69, 82, 83)，关于病毒释放的现有数据也支持这一点（见上）。新加坡的一项传播研究报告称，有 6.4% 的继发病例是由症状前传播引起的(73)。一项根据序列间隔和潜伏期的估计值推断传播日期的建模研究估算，有高达 44% (25-69%) 的传播可能发生在感染者即将出现症状之前(62)。目前尚不清楚为何建模研究的估计值与现有的经验数据差异巨大。

由无症状感染者引起的传播很难研究。然而，可以从详细的接触者追踪工作及病例与接触者的流行病学调查中收集信息。世卫组织各成员国报告的接触者追踪工作信息、现有的传播研究和最新的预印本系统综述表明，无症状个体传播病毒的可能性低于有症状的个体(10, 81, 84, 85)。来自文莱、中国广州、中国台湾和韩国的四个独立研究发现，无症状感染者中有 0%-2.2% 会感染他人，而有症状者为 0.8%-15.4%(10, 72, 86, 87)。

与病毒传播相关的疑问

关于 SARS-CoV-2 的传播仍有许多未解的疑问，应鼓励和推进探寻这些答案的研究。虽然在有产生气溶胶操作的医疗环境中，气溶胶也是一种可能的传播方式，但现有证据表明，SARS-CoV-2 主要通过呼吸道飞沫和接触途径在人与人之间传播，在未穿戴合适的个人防护装备的情况下，COVID-19 可由感染者在症状出现前或出现症状后，传播给密切接触者（与可能或确诊病例有一米以内、长时间的直接身体接触或面对面接触）。始终保持无症状的感染者也可能会引起传播，但这种情况发生的程度尚不完全了解，应将其作为当务之急开展进一步研究。在医疗机构以外的空气传播，尤其是空气传播在通风不良的封闭环境中的作用和程度，也需要进一步研究。

随着研究的深入，我们希望能够更好地了解不同传播途径的相对重要性（包括通过飞沫、身体接触和污染物传播）；空气传播在无产生气溶胶操作的环境中发挥的作用；造成传播所需的病毒剂量、促成超级传播事件（如在各种封闭环境中观察到的情况）的人员和情况特征、感染者在整个感染过程中始终保持无症状的比例；真正的无症状者中传播病毒的比例；促进无症状和症状前传播的具体因素；以及全部感染中由无症状和症状前个体传播的比例。

对预防病毒传播的意义

了解感染者如何、何时以及在何种环境下传播病毒，对于制定和实施控制措施以切断传播链是非常重要的。目前虽然有大量的研究结果可用，但在解读有关传播的研究时，应始终注意研究所处的环境和条件，包括所采取的感染预防措施、研究方法的严谨性、研究设计的局限性及可能产生的偏倚。

从现有的证据和经验可以清晰地看出，限制感染者与他人之间的密切接触，对于打破引起 COVID-19 的病毒的传播链是至关重要的。预防传播的最佳途径是尽快发现疑似病例、进行检测、以及隔离具有传染性的病例(88,89)。此外，尽快识别感染者的所有密切接触者(88)也非常关键，隔离密切接触者(90)可以减少进一步的传播、阻断了传播链。通过隔离，潜在的继发病例将在出现症状之前，或是感染后开始释放病毒前就与他人分开，因而阻断了继续传播的机会。COVID-19 的潜伏期，即从接触病毒到出现症状之间的时间，平均为 5-6 天，但也可长达 14 天(82, 91)。因此，应从最后一次接触确诊病例开始，隔离 14 天。如果无法让接触者在单独的居住空间隔离，应要求其居家自我隔离 14 天；应支持自我隔离者采取措施，与他人保持身体距离以防止病毒的传播。

鉴于无症状感染者可以传播病毒，在有社区传播¹的地方，鼓励人们在无法采取其他预防措施（如保持身体距离）的公共场所使用口罩是明智之举(12)。口罩如果制造和佩戴得当，则可以作为屏障，阻止佩戴者排出的飞沫进入空气和环境中(12)。但是，使用口罩只是整套综合预防措施的一部分，相关措施还包括频繁的手卫生、尽可能保持身体距离、遵守呼吸礼仪、及对环境的清洁和消毒。推荐的预防措施还包括尽可能避免拥挤的室内聚会（尤其是在无法保持身体距离时），以及确保对所有封闭环境进行良好的通风(92, 93)。

¹ 世卫组织将其定义为“通过评估多种因素确定发生本地传播的暴发，这些因素包括但不限于：大量无法确定传播链的病例；大量来自哨点监测的病例；和（或）国家/区域/地方若干地点的多个不相关的聚集性病例”（<https://www.who.int/publications-detail/global-surveillance-for-covid-19-caused-by-human-infection-with-covid-19-virus-interim-guidance>）

根据 COVID-19 感染预防控制指导文件制定小组提出的证据和建议，世卫组织仍建议医疗机构（包括长期护理机构）在诊治 COVID-19 患者时，采取针对飞沫和接触传播的预防措施，在进行产生气溶胶操作的场所和操作过程中，采取空气传播的预防措施。世卫组织还建议根据风险评估结果，对其他患者采取标准或基于传播模式的预防措施(94)。这些建议与其他相关的国际国内准则是一致的，包括由欧洲重症监护医学协会和危重病医学学会(95)及美国传染病协会制定的准则(96)。

此外，世卫组织建议，在出现 COVID-19 社区传播的地区，临床医务人员和看护者应在上班期间的所有日常工作中，持续佩戴医用口罩(12)。在进行产生气溶胶操作的环境中，应佩戴符合 N95、FFP2 或 FFP3 标准的呼吸器。包括美国疾病预防控制中心(97)和欧洲疾病预防控制中心(98)在内的一些国家和组织建议，在所有涉及 COVID-19 患者诊治的情况下均采取空气传播预防措施。不过他们也认为，在呼吸器短缺的情况下，医用口罩也是可接受的选择。

世卫组织的指导文件还强调了在医疗机构中实行政治和工程控制、合理使用适当的个人防护装备(99)及对工作人员进行相关建议的培训的重要性。（新型冠状病毒（COVID-19）感染预防和控制课程。日内瓦；世界卫生组织 2020 年，网址 <https://openwho.org/courses/COVID-19-IPC-EN>）。世卫组织还提供了有关安全工作场所的指导文件(92)。

简报要点

主要发现

- 了解 SARS-CoV-2 如何、何时以及在何种环境下在人与人之间传播，对于制定有效的公共卫生和感染预防措施并打破传播链至关重要。
- 现有证据表明，SARS-CoV-2 的传播主要发生在人与人之间，通过与感染者的直接、间接或密切接触，由唾液和呼吸道分泌物等感染性分泌物，或者由感染者咳嗽、打喷嚏、说话或唱歌时排出的飞沫传播。
- 医疗机构可以发生病毒的空气传播，因为特定的医疗程序（称为产生气溶胶的操作）会产生称作气溶胶的极小的飞沫。一些关于拥挤的室内场所的疫情报告显示，在如合唱团练习、餐厅用餐或健身课中，可能存在气溶胶与飞沫的联合传播。
- 感染者的呼吸道飞沫也可以落到物体上，形成污染物（被污染的表面）。因为关于环境污染的报告为数众多，人们也可能会通过触摸这些表面，而后在未洗手的情况下触摸眼、鼻或口部而感染。
- 据目前所知，COVID-19 的传播主要发生在患者出现症状后，也可能发生在感染者即将出现症状之前，在他们与别人近距离长时间接触时传播。然而，从未出现症状的人也可将病毒传播给他人，目前尚不清楚这种传播的程度，需要在该领域进行更多研究。
- 急需开展高质量的研究，阐明不同传播途径的相对重要性；空气传播在无产生气溶胶操作的环境中的作用；造成传播所需的病毒剂量；造成超级传播事件的环境和相关危险因素；以及无症状和症状前传播的程度。

如何预防传播：

“COVID-19 战略准备与应对计划” (1)的总目标是通过抑制病毒传播和预防相关疾病及死亡来控制 COVID-19。据目前所知，该病毒主要通过接触和呼吸道飞沫传播。在某些情况下可能会发生空气传播（例如在进行产生气溶胶操作的医疗环境中，或者在拥挤且通风不良的其他室内场所）。迫切需要开展更多研究以调查此类情况，评估其对 COVID-19 传播的实际意义。

为预防病毒传播，世卫组织推荐了一整套综合措施，包括：

- 尽快发现疑似病例、进行检测、在合适的设施中隔离所有病例（感染者）；
- 发现并隔离所有感染者的密切接触者，对出现症状的人进行检测，以便在发现其感染和需要诊治时进行隔离处置；

- 应在特定情况下使用口罩，如在出现社区传播的地区，处于无法采取其他预防措施（如保持身体距离）的公共场所时。
- 医务人员在诊治 COVID-19 疑似和确诊病例时，应采取接触和飞沫传播的预防措施，在进行产生气溶胶的操作时应采取空气传播预防措施。
- 临床医务人员和看护者应在上班期间的所有日常工作中，持续佩戴医用口罩。
- 任何时候都要经常采取手卫生措施，在可能的情况下与他人保持身体距离，遵守呼吸礼仪。避免去人多拥挤的地方、与人密切接触的环境和狭小封闭且通风欠佳的空间。在封闭拥挤的场所应佩戴口罩以保护他人。确保所有封闭环境通风良好，并进行适当的环境清洁和消毒。

世卫组织将细心监测这一关键议题的新证据，并在获得更多信息后更新本科学简报。

参考文献

1. Operational planning guidance to support country preparedness and response. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/draft-operational-planning-guidance-for-un-country-teams>).
2. Liu J, Liao X, Qian S, Yuan J, Wang F, Liu Y, et al. Community Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020;26:1320-3.
3. Chan JF-W, Yuan S, Kok K-H, To KK-W, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020;395:14-23.
4. 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;395:497-506.
5. Burke RM, Midgley CM, Dratch A, Fenstersheib M, Haupt T, Holshue M, et al. Active Monitoring of Persons Exposed to Patients with Confirmed COVID-19 — United States, January–February 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(24):245-6.
6. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 16-24 February 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>).
7. Hamner L, Dubbel P, Capron I, Ross A, Jordan A, Lee J, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69:606-10.
8. Ghinai I, McPherson TD, Hunter JC, Kirking HL, Christiansen D, Joshi K, et al. First known person-to-person transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in the USA. *Lancet.* 2020;395:1137-44.
9. Pung R, Chiew CJ, Young BE, Chin S, Chen MIC, Clapham HE, et al. Investigation of three clusters of COVID-19 in Singapore: implications for surveillance and response measures. *Lancet.* 2020;395:1039-46.
10. Luo L, Liu D, Liao X, Wu X, Jing Q, Zheng J, et al. Modes of contact and risk of transmission in COVID-19 among close contacts (pre-print). *MedRxiv.* 2020 doi:10.1101/2020.03.24.20042606.
11. Infection Prevention and Control of Epidemic-and Pandemic-prone Acute Respiratory Infections in Health Care. Geneva: World Health Organization; 2014 (available at https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf;jsessionid=41AA684FB64571CE8D8A453C4F2B2096?sequence=1).
12. 关于在2019冠状病毒病（COVID-19）疫情期间使用口罩的建议。临时指导文件。日内瓦：世界卫生组织；2020年（获取网址https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332293/WHO-2019-nCov-IPC_Masks-2020.4-chi.pdf）。
13. Mittal R, Ni R, Seo J-H. The flow physics of COVID-19. *J Fluid Mech.* 2020;894.
14. Bourouiba L. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions: Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. *JAMA.* 2020;323(18):1837-1838.
15. Asadi S, Bouvier N, Wexler AS, Ristenpart WD. The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles? *Aerosol Sci Technol.* 2020;54:635-8.
16. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environ Int.* 2020;139:105730.
17. Gralton J Tovey TR, McLaws M-L, Rawlinson WD. Respiratory Virus RNA is detectable in airborne and droplet particles. *J Med Virol.* 2013;85:2151-9.

18. Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proc Natl Acad Sci*. 2020;117:11875-7.
19. Somsen GA, van Rijn C, Kooij S, Bem RA, Bonn D. Small droplet aerosols in poorly ventilated spaces and SARS-CoV-2 transmission. *Lancet Respir Med*. 2020:S2213260020302459.
20. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep*. 2019;9:2348.
21. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020;382:1564-7.
22. Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, Weaver SC, Plante JA, Aguilar PV, et al. Persistence of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Aerosol Suspensions. *Emerg Infect Dis* 2020;26(9).
23. Chia PY, for the Singapore Novel Coronavirus Outbreak Research T, Coleman KK, Tan YK, Ong SWX, Gum M, et al. Detection of air and surface contamination by SARS-CoV-2 in hospital rooms of infected patients. *Nat Comm*. 2020;11(1).
24. Guo Z-D, Wang Z-Y, Zhang S-F, Li X, Li L, Li C, et al. Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. *Emerg Infect Dis*. 2020;26(7).
25. Santarpia JL, Rivera DN, Herrera V, Morwitzer MJ, Creager H, Santarpia GW, et al. Transmission potential of SARS-CoV-2 in viral shedding observed at the University of Nebraska Medical Center (pre-print). *MedRxiv*. 2020 doi: 10.1101/2020.03.23.20039446.
26. Zhou J, Otter J, Price JR, Cimpeanu C, Garcia DM, Kinross J, et al. Investigating SARS-CoV-2 surface and air contamination in an acute healthcare setting during the peak of the COVID-19 pandemic in London (pre-print). *MedRxiv*. 2020 doi: 10.1101/2020.05.24.20110346.
27. Liu Y, Ning Z, Chen Y, Guo M, Liu Y, Gali NK, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature*. 2020;582:557-60.
28. Ma J, Qi X, Chen H, Li X, Zhan Z, Wang H, et al. Exhaled breath is a significant source of SARS-CoV-2 emission (pre-print). *MedRxiv*. 2020 doi: 10.1101/2020.05.31.20115154.
29. Faridi S, Niazi S, Sadeghi K, Naddafi K, Yavarian J, Shamsipour M, et al. A field indoor air measurement of SARS-CoV-2 in the patient rooms of the largest hospital in Iran. *Sci Total Environ*. 2020;725:138401.
30. Cheng VC-C, Wong S-C, Chan VW-M, So SY-C, Chen JH-K, Yip CC-Y, et al. Air and environmental sampling for SARS-CoV-2 around hospitalized patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;1-32.
31. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, Lee TH, Ng OT, Wong MSY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. *JAMA*. 2020 323(16):1610-1612.
32. Taskforce for the COVID-19 Cruise Ship Outbreak, Yamagishi T. Environmental sampling for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) during a coronavirus disease (COVID-19) outbreak aboard a commercial cruise ship (pre-print). *MedRxiv*. 2020.
33. Döhla M, Wilbring G, Schulte B, Kümmerer BM, Diegmann C, Sib E, et al. SARS-CoV-2 in environmental samples of quarantined households (pre-print). *MedRxiv*. 2020 doi: 10.1101/2020.05.02.20088567.
34. Wu S, Wang Y, Jin X, Tian J, Liu J, Mao Y. Environmental contamination by SARS-CoV-2 in a designated hospital for coronavirus disease 2019. *Am J Infect Control*. 2020;S0196-6553(20)30275-3.
35. Ding Z, Qian H, Xu B, Huang Y, Miao T, Yen H-L, et al. Toilets dominate environmental detection of SARS-CoV-2 virus in a hospital (pre-print). *MedRxiv*. 2020 doi: 10.1101/2020.04.03.20052175.
36. Cheng VCC, Wong SC, Chen JHK, Yip CCY, Chuang VWM, Tsang OTY, et al. Escalating infection control response to the rapidly evolving epidemiology of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) due to SARS-CoV-2 in Hong Kong. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;41:493-8.
37. Bullard J, Dust K, Funk D, Strong JE, Alexander D, Garnett L, et al. Predicting infectious SARS-CoV-2 from diagnostic samples. *Clin Infect Dis*. 2020:ciaa638.
38. Durante-Mangoni E, Andini R, Bertolino L, Mele F, Bernardo M, Grimaldi M, et al. Low rate of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 spread among health-care personnel using ordinary personal protection equipment in a medium-incidence setting. *Clin Microbiol Infect*. 2020:S1198743X20302706.
39. Wong SCY, Kwong RTS, Wu TC, Chan JWM, Chu MY, Lee SY, et al. Risk of nosocomial transmission of coronavirus disease 2019: an experience in a general ward setting in Hong Kong. *J Hosp Infect*. 2020;105(2):119-27.

40. Leclerc QJ, Fuller NM, Knight LE, Funk S, Knight GM, Group CC-W. What settings have been linked to SARS-CoV-2 transmission clusters? Wellcome Open Res. 2020;5(83):83.
41. Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. Early Release-COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020;26(7):1628-1631.
42. Jang S, Han SH, Rhee J-Y. Cluster of Coronavirus Disease Associated with Fitness Dance Classes, South Korea. Emerg Infect Dis. 2020;26(8).
43. Adam D, Wu P, Wong J, Lau E, Tsang T, Cauchemez S, et al. Clustering and superspreading potential of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infections in Hong Kong (pre-print). Research Square. 2020. doi: 10.21203/rs.3.rs-29548/v1
44. Matson MJ, Yinda CK, Seifert SN, Bushmaker T, Fischer RJ, van Doremalen N, et al. Effect of Environmental Conditions on SARS-CoV-2 Stability in Human Nasal Mucus and Sputum. Emerg Infect Dis. 2020;26(9).
45. Pastorino B, Touret F, Gilles M, de Lamballerie X, Charrel RN. Prolonged Infectivity of SARS-CoV-2 in Fomites. Emerg Infect Dis. 2020;26(9).
46. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. New Engl J Med. 2020;382:1708-1720.
47. Pan Y, Zhang D, Yang P, Poon LLM, Wang Q. Viral load of SARS-CoV-2 in clinical samples. Lancet Infect Dis. 2020;20(4):411-2.
48. Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. JAMA. 2020;323(18):1843-1844.
49. Wu Y, Guo C, Tang L, Hong Z, Zhou J, Dong X, et al. Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples. Lancet Gastroenterol Hepatol. 2020;5(5):434-5.
50. Zheng S, Fan J, Yu F, Feng B, Lou B, Zou Q, et al. Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January-March 2020: retrospective cohort study. BMJ. 2020:m1443.
51. Sun J, Zhu A, Li H, Zheng K, Zhuang Z, Chen Z, et al. Isolation of infectious SARS-CoV-2 from urine of a COVID-19 patient. Emerg Microbes Infect. 2020;9:991-3.
52. Xiao F, Sun J, Xu Y, Li F, Huang X, Li H, et al. Infectious SARS-CoV-2 in Feces of Patient with Severe COVID-19. Emerg Infect Dis. 2020;26(8).
53. Zhang Y, Chen C, Zhu S, Shu C, Wang D, Song J, et al. Isolation of 2019-nCoV from a stool specimen of a laboratory-confirmed case of the coronavirus disease 2019 (COVID-19). China CDC Weekly. 2020;2:123-4.
54. Chang L, Zhao L, Gong H, Wang L, Wang L. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 RNA Detected in Blood Donations. Emerg Infect Dis. 2020;26:1631-3.
55. Breastfeeding and COVID-19. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/breastfeeding-and-covid-19>).
56. Andersen KG, Rambaut A, Lipkin WI, Holmes EC, Garry RF. The proximal origin of SARS-CoV-2. Nat Med. 2020;26(4):450-2.
57. Zhou P, Yang X-L, Wang X-G, Hu B, Zhang L, Zhang W, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature. 2020;579(7798):270-3.
58. Sit TH, Brackman CJ, Ip SM, Tam KW, Law PY, To EM, et al. Infection of dogs with SARS-CoV-2. Nature. 2020:1-6.
59. Newman A. First Reported Cases of SARS-CoV-2 Infection in Companion Animals—New York, March–April 2020. MMWR Morbid Mortal Wkly Rep. 2020; 69(23):710–713.
60. Oreshkova N, Molenaar R-J, Vreman S, Harders F, Munnink BBO, Honing RWH-v, et al. SARS-CoV2 infection in farmed mink, Netherlands, April 2020 (pre-print). BioRxiv. 2020 doi: 10.1101/2020.05.18.101493.
61. COVID-19患者解除隔离的标准 日内瓦: 世界卫生组织; 2020年 (获取网址 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332451/WHO-2019-nCoV-Sci_Brief-Discharge_From_Isolation-2020.1-chi.pdf)
62. He X, Lau EH, Wu P, Deng X, Wang J, Hao X, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. Nat Med. 2020;26(5):672-5.
63. Zou L, Ruan F, Huang M, Liang L, Huang H, Hong Z, et al. SARS-CoV-2 viral load in upper respiratory specimens of infected patients. New Engl J Med. 2020;382(12):1177-9.

64. To KK-W, Tsang OT-Y, Leung W-S, Tam AR, Wu T-C, Lung DC, et al. Temporal profiles of viral load in posterior oropharyngeal saliva samples and serum antibody responses during infection by SARS-CoV-2: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis.* 2020;20(5):P565-74.
65. Wölfel R, Corman VM, Guggemos W, Seilmaier M, Zange S, Müller MA, et al. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. *Nature.* 2020;581(7809):465-9.
66. Zhou R, Li F, Chen F, Liu H, Zheng J, Lei C, et al. Viral dynamics in asymptomatic patients with COVID-19. *Int J Infect Dis.* 2020;96:288-90.
67. Xu K, Chen Y, Yuan J, Yi P, Ding C, Wu W, et al. Factors associated with prolonged viral RNA shedding in patients with COVID-19. *Clin Infect Dis.* 2020;ciao351.
68. Qi L, Yang Y, Jiang D, Tu C, Wan L, Chen X, et al. Factors associated with duration of viral shedding in adults with COVID-19 outside of Wuhan, China: A retrospective cohort study. *Int J Infect Dis.* 2020;10.1016/j.ijid.2020.05.045.
69. Arons MM, Hatfield KM, Reddy SC, Kimball A, James A, Jacobs JR, et al. Presymptomatic SARS-CoV-2 Infections and Transmission in a Skilled Nursing Facility. *New Engl J Med.* 2020;382(22):2081-90.
70. COVID-19 National Emergency Response Center, Epidemiology and Case Management Team, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus Disease-19: Summary of 2,370 Contact Investigations of the First 30 Cases in the Republic of Korea. *Osong Public Health Research Perspectives.* 2020;11:81-4.
71. James A, Eagle L, Phillips C, Hedges DS, Bodenhamer C, Brown R, et al. High COVID-19 Attack Rate Among Attendees at Events at a Church - Arkansas, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69:632-5.
72. Park SY, Kim Y-M, Yi S, Lee S, Na B-J, Kim CB, et al. Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(8).
73. Wei WE, Li Z, Chiew CJ, Yong SE, Toh MP, Lee VJ. Presymptomatic Transmission of SARS-CoV-2 - Singapore, January 23-March 16, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(14):411-5.
74. Qian G, Yang N, Ma AHY, Wang L, Li G, Chen X, et al. COVID-19 Transmission Within a Family Cluster by Presymptomatic Carriers in China. *Clin Infect Dis.* 2020;ciao316.
75. WHO Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report-73. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331686>).
76. Davies N, Klepac P, Liu Y, Prem K, Jit M, CCMID COVID-19 Working Group, et al. Age-dependent effects in the transmission and control of COVID-19 epidemics. *Nat Med.* 2020; 10.1038/s41591-020-0962-9.
77. Kimball A, Hatfield KM, Arons M, James A, Taylor J, Spicer K, et al. Asymptomatic and presymptomatic SARS-CoV-2 infections in residents of a long-term care skilled nursing facility—King County, Washington, March 2020. *MMWR SurveillSumm.* 2020;69(13):377.
78. Wang Y, Liu Y, Liu L, Wang X, Luo N, Ling L. Clinical outcome of 55 asymptomatic cases at the time of hospital admission infected with SARS-Coronavirus-2 in Shenzhen, China. *J Infect Dis.* 2020;221(11):1770-1774..
79. Byambasuren O, Cardona M, Bell K, Clark J, McLaws M-L, Glasziou P. Estimating the Extent of True Asymptomatic COVID-19 and Its Potential for Community Transmission: Systematic Review and Meta-Analysis (pre-print). *MedRxiv.* 2020 doi: 10.1101/2020.05.10.20097543.
80. Sakurai A, Sasaki T, Kato S, Hayashi M, Tsuzuki S-I, Ishihara T, et al. Natural history of asymptomatic SARS-CoV-2 infection. *N Engl J Med.* 2020;10.1056/NEJMc2013020.
81. Wang Y, Tong J, Qin Y, Xie T, Li J, Li J, et al. Characterization of an asymptomatic cohort of SARS-COV-2 infected individuals outside of Wuhan, China. *Clin Infect Dis.* 2020;ciao629.
82. Yu P, Zhu J, Zhang Z, Han Y. A Familial Cluster of Infection Associated With the 2019 Novel Coronavirus Indicating Possible Person-to-Person Transmission During the Incubation Period. *J Infect Dis.* 2020;221(11):1757-61.
83. Tong Z-D, Tang A, Li K-F, Li P, Wang H-L, Yi J-P, et al. Potential Presymptomatic Transmission of SARS-CoV-2, Zhejiang Province, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020;26(5):1052-4.
84. Koh WC, Naing L, Rosledzana MA, Alikhan MF, Chaw L, Griffith M ea. What do we know about SARS-CoV-2 transmission? A systematic review and meta-analysis of the secondary attack rate, serial interval, and asymptomatic infection (pre-print). *MedRxiv* 2020 doi: 10.1101/2020.05.21.20108746.
85. Heneghan C, E S, Jefferson T. A systematic review of SARS-CoV-2 transmission Oxford, UK: The Centre for Evidence-Based Medicine; 2020 (available at <https://www.cebm.net/study/covid-19-a-systematic-review-of-sars-cov-2-transmission/>)

86. Cheng H-Y, Jian S-W, Liu D-P, Ng T-C, Huang W-T, Lin H-H, et al. Contact Tracing Assessment of COVID-19 Transmission Dynamics in Taiwan and Risk at Different Exposure Periods Before and After Symptom Onset. *JAMA Intern Med.* 2020;e202020.
87. Chaw L, Koh WC, Jamaludin SA, Naing L, Alikhan MF, Wong J. SARS-CoV-2 transmission in different settings: Analysis of cases and close contacts from the Tablighi cluster in Brunei Darussalam (pre-print). *MedRxiv.* 2020 doi: 10.1101/2020.05.04.20090043.
88. Considerations in the investigation of cases and clusters of COVID-19: interim guidance, 2 April 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/considerations-in-the-investigation-of-cases-and-clusters-of-covid-19>).
89. 人感染 COVID-19 病毒引起的 COVID-19 的全球监测: 临时指导文件, 2020年3月20日。日内瓦: 世界卫生组织; 2020年 (获取网址 <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331506/WHO-2019-nCoV-SurveillanceGuidance-2020.6-chi.pdf>) 。
90. 在遏制冠状病毒病 (COVID-19) 的背景下对个人检疫隔离的考虑: 临时指导文件, 2020年3月19日。日内瓦: 世界卫生组织; 2020年 (获取网址 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331299/WHO-2019-nCoV-IHR_Quarantine-2020.1-chi.pdf) 。
91. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Ann Int Med.* 2020;172:577-82.
92. Considerations for public health and social measures in the workplace in the context of COVID-19: annex to considerations in adjusting public health and social measures in the context of COVID-19, 10 May 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-public-health-and-social-measures-in-the-workplace-in-the-context-of-covid-19>).
93. Key planning recommendations for mass gatherings in the context of the current COVID-19 outbreak: interim guidance, 29 May 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/10665-332235>).
94. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected: interim guidance, 29 June 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4>).
- 怀疑发生新型冠状病毒感染时医疗机构的感染预防和控制: 临时指导文件, 2020年1月25日。日内瓦: 世界卫生组织; 2020年 (获取网址<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4>)
95. Alhazzani W, Möller MH, Arabi YM, Loeb M, Gong MN, Fan E, et al. Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Crit Care Med.* 2020;48(6):e440-e69.
96. Lynch JB, Davitkov P, Anderson DJ, Bhimraj A, Cheng VC-C, Guzman-Cottrill J, et al. Infectious Diseases Society of America Guidelines on Infection Prevention for Health Care Personnel Caring for Patients with Suspected or Known COVID-19. *J Glob Health Sci.* 2020.
97. United States Centers for Disease Control and Prevention. Interim infection prevention and control recommendations for patients with suspected or confirmed coronavirus disease 2019 (COVID-19) in healthcare settings. *Coronavirus Disease 2019 (COVID-19).* 2020 (available at <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control-recommendations.html>).
98. European Centre for Disease Prevention and Control. Infection prevention and control and preparedness for COVID-19 in healthcare settings - fourth update. 2020 (available at https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Infection-prevention-and-control-in-healthcare-settings-COVID-19_4th_update.pdf).
99. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19): interim guidance, 6 April 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages)).

世卫组织会继续密切监测相关情况, 了解可能影响本科学简报的任何变化。如果任何因素发生改变, 世卫组织将发布进一步更新。否则, 本科学简报将在发布之日的 2 年后失效。

© 世界卫生组织 2020 年。保留部分版权。本作品可在知识共享署名——非商业性使用——相同方式共享 3.0 政府间组织 ([CC-BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)) 许可协议下使用。

WHO reference number: [WHO/2019-nCoV_Sci_Brief_Transmission_modes/2020.3](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV_Sci_Brief_Transmission_modes/2020.3)