The Journal of
Qazvin University of Medical Sciences (JQUMS)
June, July 2020. Vol 24. Num 2

Review Paper

Stability of SARS-CoV-2 in Different Environments and the Effect of Disinfectants on its Survival

Parisa Abedi Elkhichi[1], *Masoumeh Aslanimehr[1], Mojtaba Niazadeh[2]

1. Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
2. Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Abedi Elkhichi P, Aslanimehr M, Niazadeh M. Stability of SARS-CoV-2 in Different Environments and the Effect of Disinfectants on its Survival. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences. 2020; 24(2):178-189. https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.2.531.1

https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.2.531.1

CC BY NC

Received: 23 Apr 2020
Accepted: 21 May 2020
Available Online: 01 Jun 2020

Keywords:
Coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, Disinfection, Transmission, Surfaces

ABSTRACT

In December 2019, the prevalence of a pneumonia with unknown cause was reported in China which was later named Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) caused by a virus called SARS-CoV-2. One of the most important ways of COVID-19 transmission is contaminated surfaces. In this review study, we investigated the stability of SARS-CoV-2 in air and on surfaces and the methods of preventing its spread Reported in studies conducted from 2003 to April 2020 which were searched in PubMed, Scopus, Embace, and Google Scholar databases using keywords including Coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, disinfection, transmission and surfaces. Out of 118 articles identified in the initial search, 73 were remained after screening their titles and abstracts. By applying inclusion and exclusion criteria, 51 articles were finally selected for review. The novel coronavirus epidemic in humans is more widespread than previous coronaviruses, indicating the high infectivity and environmental stability of the virus. The SARS-CoV-2 can stay active for up to 28 days at low temperatures (4°C). Currently, due to the lack of effective treatment and vaccines, the best ways to deal with this disease is to avoid contamination, use disinfectants, and prevent its spread by protective measures.

Extended Abstract

1. Introduction

Coronaviruses are enveloped particles and usually cause mild upper respiratory infection in humans [1]. Recently, a novel coronavirus (SARS-CoV-2) that has characteristics similar to those of Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus (SARS-CoV) and the Middle East Respiratory Syndrome Corona Virus (MERS-CoV), has appeared in December 2019 in China [2]. This virus has a positive-sense single-stranded RNA genome that is more susceptible to mutations than DNA viruses [3]. Acute respiratory infections caused by SARS-CoV-2 are rapidly spreading around the world and have become a public health concern [4]. Diseases such as COVID-19, SARS, and MERS are contagious diseases and are more prone to spread in the community [5]. SARS, a member of the coronavirus family, was first discovered in 2003 [6, 7], while MERS was first isolated in June 2012 from the respiratory tract secretions of a businessman in Saudi region [8]. The current outbreak of Coronaviruses Disease 2019 (COVID-19) has spread to more than 216 countries

* *Corresponding Author:*
Masoumeh Aslanimehr
Address: Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Tel: +98 (28) 33336001
E-Mail: maslanimehr@qums.ac.ir

in recent months [9]. According to the World Health Organization (WHO), in an environment where human life is ongoing, the virus has the potential to spread and be easily transmitted from person to person by inhalation of airborne particles or fecal contaminants [10]. The SARS-CoV-2 is transmitted through respiratory droplets and close contact with the infected individual. Infectious viruses may remain on the surface and the stability of live virus is closely related to temperature and humidity [11]. Since there is no specific treatment and vaccine for COVID-19, all public health measures rely on preventing the spread of the virus through droplets, close contact and contaminated surfaces. In this study, we aimed to review and summarize the stability of SARS-CoV-2 outside the body and the strategies that have been proposed to inactivate it.

2. Materials and Methods

In this systematic review, articles were selected by searching in PubMed, Embase, Scopus, and Google Scholar databases by using keywords including Coronavirus, COVID-19, SARS-CoV-2, disinfection, transmission and surfaces. From 118 articles identified in the initial search, 73 were remained after screening their title and abstract. After checking their full-texts, 51 eligible articles were included in our study.

3. Results

Air stability of the virus

Due to the high similarity of SARS symptoms with those of COVID-19, with a high probability, the COVID-19 virus can spread through the air. The most important mechanism of this infection include bioaerosol and respiratory secretions. Particles containing SARS-CoV-2 with aerodynamic diameter <1-10 μ can penetrate the respiratory tract through the nose and mouth and spread further [12]. Effective filter in the nose prevents the penetration of particles larger than 5 μm from the nose, throat and laryngea. Particles with a diameter of 2.5-5 μm are stored in the trachea, while fine (< 2.5 μm) and ultrafine (< 0.1 μm) particles penetrate deeply into the lungs due to their small size. Droplets with a diameter < 5 μ remain in the air for hours. Therefore, the WHO recommends reducing airborne transmission, keeping a minimum distance of 2 meters (6 feet) from the infected person, and ensuring adequate ventilation in closed areas [13, 14]. Aerosol distribution characteristics of SARS-CoV-2 in general wards of hospitals indicate that its transmission distance is 4 m [15].

Surface stability of the virus

The novel coronavirus is usually spread by droplets created by coughing and sneezing. These droplets contain virus particles that can be transmitted when people inhale them through the nose or mouth [16]. Very small droplets are moved by the air flow and can cause disease if they contain the virus [17]. These virus-containing droplets can be placed on different surfaces, and the virus can spread when a person touches their mouth, nose, or eyes after touching contaminated surfaces [12]. When temperature is high (30°C or 40°C), the virus survival decreases such that, at 4 ℃, members of this viral family can survive for more than 28 days [18].

Inactivation by disinfectants

To date, no suitable vaccine or specific treatment for COVID-19 has been found; therefore, preventing and continuous disinfection of surfaces and hands minimizes the risk of contracting the virus [19]. Studies have shown that COVID-19 activity is reduced when exposes to ultraviolet radiation and highly acidic or alkaline environments. Ultraviolet radiation is strongly absorbed by the virus RNA, leading to its inactivation. Various types of bioxides such as hydrogen peroxide, alcohol, sodium hypochlorite, or benzalkonium chloride, are widely used worldwide for disinfection, mainly in health care protocol [20]. The use of fixatives such as formalin, glutaraldehyde, methanol, and acetone for 5 minutes or more can eliminate viral infectious agents [21]. The WHO recommends that cleaning and disinfection of surfaces should be carried out properly and continuously. Environmental surfaces should be thoroughly cleaned with water and disinfectants [10].

4. Discussion

SARS-CoV-2 that causes COVID-19 has a half-life of 2.7 hours in aerosols, and remains active on plastic, steel, cardboard and copper for 72, 48, 24 and 4 hours, respectively. Therefore, inhalation of aerosols containing viral particles or touching contaminated surfaces has important role in transmission and spread of SARS-CoV-2. The viral load of coronavirus on inanimate surfaces during disease outbreak is not known, but it can be reduced by disinfection [4]. Temperature and contact time of disinfectants against pathogens are also important. According to studies, ultraviolet radiation can kill the virus; however, the results are controversial.

SARS-CoV-2, due to high prevalence and spread rate and stability from several hours to several days in air and surface, has now become a global threat to human health. Therefore, personal hygiene tips such as regular hand washing and disinfection of surfaces are required to reduce the spread of SARS-CoV-2 via aerosol, although these actions are not enough to prevent its spread. Further studies on effective treatment methods and vaccines to control this disease are recommended.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Investigation, Resources, and Writing: Parisa Abedi Elkhichi and Mojtaba Niazadeh; Editing & review, and Project administration: Masoumeh Aslanimehr

Conflicts of interest

The authors declared no conflicts of interest.

پایداری ویروس SARS-CoV-2، مولد بیماری COVID-19، در محیط‌های مختلف و اثر ضدعفونی‌کننده‌ها بر آن

پریسا عابدی ایلخچی[۱]، *معصومه اصلانی‌مهر[۱]، مجتبی نیازاده[۲]

۱. مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.
۲. گروه میکروب‌شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۴ اردیبهشت ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۱ خرداد ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۲ خرداد ۱۳۹۹

چکیده

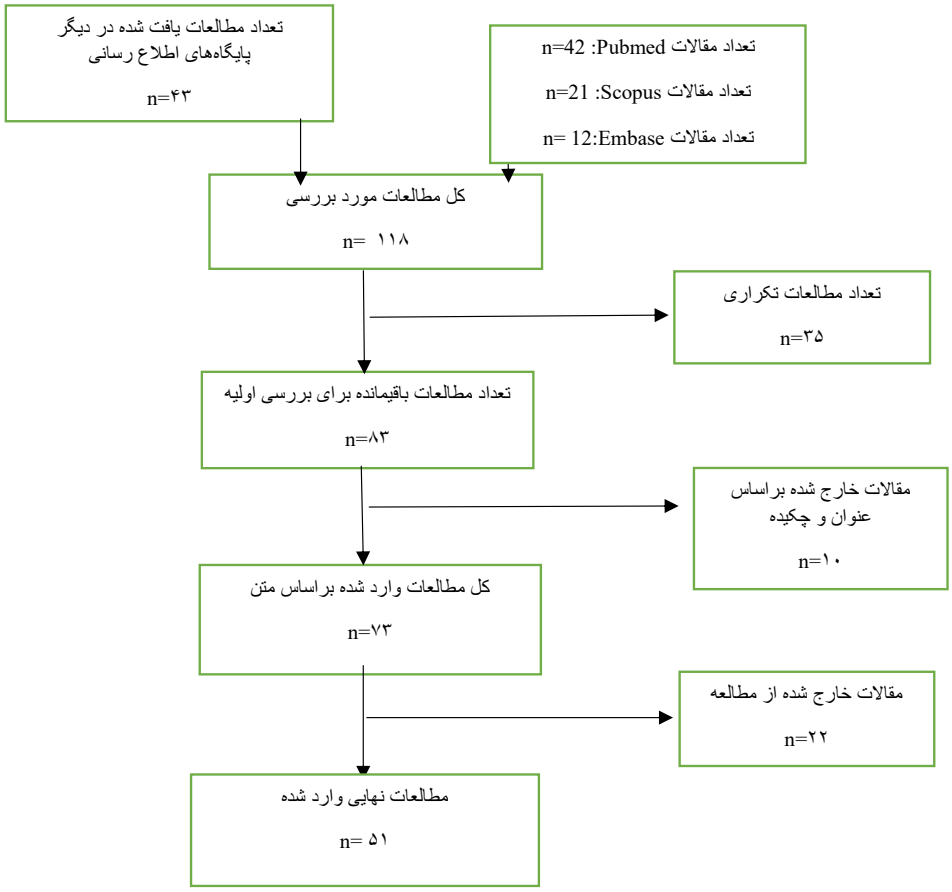
در اواخر سال ۲۰۱۹، گزارش‌هایی از چین، مبنی بر شیوع یک بیماری تنفسی با علت ناشناخته، به سازمان بهداشت جهانی (WHO) داده شد. مدتی بعد این ویروس جدید، SARS-CoV-2 و بیماری ناشی از آن کووید ـ ۱۹ نام گرفت. از آنجایی که یکی از مهم‌ترین راه‌های انتقال این بیماری سطوح آلوده است، در این مطالعه، سعی در جمع‌آوری اطلاعات در مورد پایداری این ویروس در محیط و روش‌های غیرفعال‌سازی آن شده است. در این مطالعه مروری نظام‌مند، مطالعات انجام‌شده از ۲۰۰۳ تا آوریل ۲۰۲۰ به زبان انگلیسی در زمینه سطوح آلوده به ویروس و تأثیر ضدعفونی‌کننده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. این مقالات با جست‌وجوی کلمات کلیدی کروناویروس، کووید ـ ۱۹، SARS-CoV-2، ضدعفونی، انتقال و سطوح در پایگاه‌های اطلاعاتی اسکوپوس، پابمد و امبیس و با موتور جست‌وجوی گوگل اسکالر یافت شدند. در جست‌وجوی اولیه، ۱۱۸ مقاله استخراج شد که پس از حذف موارد تکراری و ارزیابی عنوان و چکیده، ۷۳ مقاله برگزیده شد. پس از بررسی متن کامل مقالات درنهایت، ۵۱ مقاله شرایط لازم جهت بررسی را دارا بودند. اپیدمی کروناویروس جدید در انسان نسبت به کروناویروس‌های قبلی گسترده‌تر است و این نشانگر عفونت و ثبات بالای ویروس در محیط است؛ به طوری که SARS-CoV-2 می‌تواند حتی تا ۲۸ روز در دماهای پایین (۴ درجه سانتی گراد) فعال بماند. در حال حاضر، به دلیل عدم درمان مؤثر و واکسن‌ها، بهترین راه مقابله با این بیماری، جلوگیری از آلودگی و استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده و جلوگیری از شیوع آن از طریق اقدامات محافظتی است.

کلیدواژه‌ها:
کروناویروس، کووید ـ ۱۹، SARS-CoV-2، ضدعفونی، انتقال و سطوح

مقدمه

کرونا ویروس‌ها ویروس‌های پوشش‌دار هستند و معمولاً باعث بیماری خفیف تنفسی فوقانی در انسان می‌شوند [۱]. اخیراً یک کروناویروس جدید (SARS-CoV-2) که دارای ویژگی‌های مشترک با ویروس مولد سندرم تنفسی حاد شدید (SARS-CoV) و سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS-CoV) است، در استان ووهان چین در پایان دسامبر سال ۲۰۱۹، ظاهر شد که سبب توجه جهانی به این ویروس شد [۲]. ویروس SARS-CoV-2 هفتمین ویروس انسانی متعلق به خانواده کروناویریده است. این ویروس در زیرخانواده اورتوکروناویرینه و جنس بتا کروناویروس قرار دارد و دارای ژنوم RNA تک‌رشته با پلاریته مثبت است و بیش از ویروس‌های DNAدار مستعد جهش است [۳]. این ویروس سومین کروناویروس انسانی بسیار بیماری‌زاست که در دو دهه گذشته در این خانواده و در این جنس پدید آمده است. عفونت حاد دستگاه تنفسی ناشی از SARSCoV-2 در حال حاضر به‌سرعت در سرتاسر جهان رواج دارد و به یک نگرانی در زمینه بهداشت عمومی تبدیل شده است. بیماری COVID-19 می‌تواند در تمام گروه‌های سنی دیده شود و عمدتاً در جمعیت سالمندان و کسانی که بیماری زمینه‌ای دارند کُشنده است [۴] بیماری‌هایی مانند SARS-COVID، COVID-19 و MERS-COVID تحت عنوان بیماری‌های واگیر هستند و این بیماری‌های واگیردار بیشتر مستعد شیوع در جامعه‌اند و به محض افزایش تعداد موارد موجب شیوع بیشتر بیماری می‌شوند [۵]. SARS-CoV که از اجزای خانواده کروناویرویده است در سال ۲۰۰۳ شناسایی شد و عامل سندرم تنفسی حاد شدید است. ویروس سارس اولین‌بار در گوانگدونگ چین و در یک بیمار ۴۵ساله پدیدار شد. در ۱۶ نوامبر ۲۰۰۲ بیمار با تب و علائم تنفسی ایجادشده، عفونت را به همسرش و سه عضو دیگر خانواده منتقل کرد [۶]. تا فوریه ۲۰۰۳، بیش از ۳۰۰ مورد گزارش شد که حدود یک‌سوم آن

* **نویسنده مسئول:**
معصومه اصلانی‌مهر
نشانی: قزوین، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، مرکز تحقیقات میکروب‌شناسی پزشکی.
تلفن: ۳۳۳۳۶۰۰۱ (۲۸) ۹۸+
رایانامه: maslanimehr@qums.ac.ir



مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

شکل ۱. استراتژی جست‌وجو در پایگاه‌های موردنظر

کارمندان مراقبت‌های بهداشتی بودند [۸،۷].

ویروس سندرم تنفسی خاورمیانه (MERS-CoV) نیز برای اولین‌بار در ژوئن ۲۰۱۲ از مجاری تنفسی یک تاجر در منطقه عربستان سعودی جدا شد که بیمار مدتی بعد به دلیل ذات‌الریه و نارسایی کلیه درگذشت [۹]. مشابه SARS و MERS-CoV علائم شایع در بیماران مبتلا به COVID-19، تب، سرفه، تنگی نفس و علائم دستگاه گوارش است. SARS-CoV، MERS-CoV و SARS-CoV-2 کروناویروس‌هایی با منشأ حیوانی هستند که در طی دو دهه گذشته سبب ایجاد عفونت‌های تنفسی در انسان شده‌اند [۱۱،۱۰]. بیماری همه‌گیر فعلی (کروناویروس) در طی چند ماه اخیر به‌سرعت در بیش از ۲۱۶ کشور و منطقه گسترش یافته است [۱۲]. از نظر بسیاری، بزرگ‌ترین نگرانی نه‌تنها گسترش سریع این بیماری جهان‌گیر، بلکه نحوه رفتار آن در ماه‌های آینده است و اینکه کدام مناطق و جمعیت‌ها بیشترین خطر را دارند. طبق گزارشات سازمان بهداشت جهانی[1] در محیطی که زندگی انسان در جریان است، این ویروس توانایی گسترش را دارد و با انتقال ذرات معلق در هوا و یا آلودگی‌های مدفوعی از طریق آلودگی مستقیم یا غیرمستقیم، به‌راحتی از شخصی به شخص دیگر گسترش می‌یابد. یک سرفه منفرد سه هزار قطره ایجاد می‌کند که می‌توانند ساعت‌ها در هوا و سطوح اطراف آن پایدار بمانند. راه انتقال ویروس SARS-CoV-2 از طریق قطرات تنفسی و تماس نزدیک فردبه‌فرد است؛ علاوه بر این مطالعات اخیر نشان می‌دهند مدفوع نیز امکان انتقال عفونت را دارد. با وجود این آگاهی در مورد سایر حالت‌های بالقوه انتقال، نسبتاً محدود است [۱۳]. در حال حاضر مطالعات اندکی در مورد خصوصیات بیماری‌زای SARS-CoV-2 و مکانیسم گسترش آن وجود دارد و دانش موجود تا حد زیادی بر اساس ویژگی‌های کروناویروس‌های مشابه به‌ویژه SARS-CoV است.

ویروس‌ها در خارج از سلول زنده توانایی تکثیر ندارند، اما ویروس‌های عفونی ممکن است روی سطوح باقی بمانند و مدت ماندگاری ویروس زنده با توجه به مطالعات اخیر با درجه حرارت و رطوبت ارتباط نزدیکی دارد؛ به عنوان مثال SARS-CoV و MERS-CoV می‌توانند ۲۸ روز در دما و رطوبت نسبی

1. World Health Organization (WHO)

پایین زنده بمانند؛ اگرچه ویروس عفونی می‌تواند در شرایط معمولی در مطب یا بیمارستان هم به مدت چندین روز بر روی سطوح باقی بماند [۱۴]. از آنجا که هیچ‌گونه درمان و واکسن مشخصی برای SARS-CoV-2 وجود ندارد، کلیه اقدامات برای تأمین بهداشت عمومی بر جلوگیری از شیوع ویروس توسط قطرات، تماس نزدیک و سطوح آلوده متکی است. با توجه به ماندگاری کروناویروس در سطوح بی‌جان و امکان انتقال آن از سطوح آلوده به غشاهای مخاطی بینی، چشم و یا دهان، آگاهی از زمان ماندگاری ویروس روی سطوح مختلف و اهمیت ضدعفونی‌کننده‌ها جهت از بین بردن ویروس‌ها آشکار می‌شود؛ بنابراین در این مطالعه سعی شده است، آخرین مواردی را که دانشمندان در مورد پایداری SARS-CoV-2 در خارج از بدن و راهکارهایی را که برای غیرفعال کردن آن ارائه کرده‌اند بررسی و جمع‌بندی کنیم.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نظام‌مند مروری، مقالات نمایه‌شده در اسکوپوس، پابمد، امبیس و گوگل اسکالر مورد بررسی قرار گرفتند. برای جست‌وجوی مقالات منتشرشده از کلیدواژه‌های کروناویروس، COVID-19، ضدعفونی، انتقال و سطوح استفاده شد. استراتژی‌های جست‌وجو در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. مقالات استخراج‌شده از پایگاه‌های نام‌برده با زبان انگلیسی و مختص کرونا ویروس‌های انسانی وارد مطالعه و مقالات تکراری، نامرتبط و غیرانگلیسی از مطالعه حذف شدند.

پایداری SARS-CoV-2 در هوا

با توجه به شباهت‌های بالای ویروس سارس با عامل کووید ـ ۱۹، با احتمال زیادی ویروس عامل کووید ـ ۱۹ توانایی انتشار از طریق هوا را دارد. فرد بیمار بعد از سرفه و عطسه قطرات حامل ویروس را به اطراف پخش می‌کند و این قطرات توسط هوا ممکن است جابه‌جا شوند. این حقیقت که روش ساده‌ای برای شناسایی ویروس در هوا وجود ندارد، به این معنا نیست که ویروس‌ها توانایی انتقال از طریق هوا را ندارند [۱۵]. با فرض اینکه دستورالعمل‌های بهداشتی خوبی برای جلوگیری از انتشار COVID-19 از طریق تماس مستقیم ایجاد شده باشد، مهم‌ترین مکانیسم عفونت شامل بیوائروسول‌ها و ترشحات تنفسی است. ذرات حاوی SARS-CoV-2 در محدوده‌ای کوچک‌تر از ۱–۱۰ میکرومتر قطر آیرودینامیکی می‌توانند از طریق بینی و دهان به دستگاه تنفسی نفوذ کنند و بیشتر منتشر شوند [۱۶].

فیلتر مؤثر در بینی مانع از نفوذ بیشتر ذرات بزرگ‌تر از ۵ میکرومتر، از قسمت‌های بینی، حلق و حنجره می‌شود. ذرات موجود در دامنه ۲/۵–۵ میکرومتر در نای ذخیره می‌شوند، در حالی که ذرات ریز (کوچک‌تر از ۲/۵میکرومتر) و ذرات بسیار ریز (کوچک‌تر از ۰/۱ میکرومتر) به دلیل اندازه کوچک، به عمق ریه‌ها می‌رسند و در مجاری آلوئولار قرار می‌گیرند. این یک واقعیت است که احتمال دارد، قطرات زیر ۵ میکرون برای ساعت‌ها در هوا باقی بمانند و اندازه ویریون تأثیر زیادی در غلظت ویروس‌ها در ذرات دارند؛ بنابراین توصیه سازمان بهداشت جهانی جهت کاهش انتقال از طریق هوا، رعایت حداقل فاصله ۲ متر (۶ فوت) از شخصی است که دارای علائم است و نیز تهویه مناسب در مناطق آلوده [۱۷، ۱۸]. با توجه به اینکه SARS-CoV-2 به طور گسترده در هوا و سطوح اشیا در آسی‌یو و بخش‌های عمومی پخش می‌شود، یک خطر عفونت بالقوه زیاد برای کارکنان پزشکی و سایر افراد شاغل در این بخش‌هاست؛ بنابراین اقدامات محافظتی سخت‌گیرانه‌تری باید توسط کارمندان پزشکی که در بخش مراقبت‌های ویژه کار می‌کنند، انجام شود. ویژگی‌های توزیع آئروسل SARS-CoV-2 در بخش عمومی نشان می‌دهد فاصله انتقال SARS-CoV-2 ممکن است ۴ متر (۱۳ فوت) باشد [۱۹].

پایداری SARS-CoV-2 روی سطوح

کرونا ویروس جدید عموماً از طریق قطرات پخش‌شده از سرفه و عطسه فرد مبتلا پخش می‌شود. این قطره‌ها حاوی ذرات ویروس هستند که توانایی انتقال دارند و اشخاص دیگر از طریق بینی یا دهان این ویروس‌ها را وارد بدن خود می‌کنند [۲۰]. در واقع در بعضی از این قطرات، محتوای آن‌ها بخار شده و آن‌قدر کوچک می‌شوند که توسط جریان هوا جابه‌جا شده و تا ده‌ها متر از محل اولیه دور می‌شوند و اگر حاوی ویروس باشند، موجب بیماری می‌شوند [۱۵]. علاوه بر این، قطرات حاوی ویروس ممکن است روی سطوح مختلف قرار گیرد و در زمانی که فرد پس از لمس سطوح آلوده دست خود را به دهان، بینی یا چشم خود بزند عامل عفونت منتقل می‌شود [۱۶].

مطالعات اخیر نشان داده‌اند SARS-CoV-2 می‌تواند از ساعت‌ها تا چند روز روی انواع سطوح پایدار باشد (جدول شماره ۱). نکته جالب اینجاست زمانی که دما بالا باشد (۳۰ یا ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بقای ویروس کاهش می‌یابد؛ به طوری که در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد اعضای این خانواده ویروسی تا بیشتر از ۲۸ روز توانایی بقا دارند [۲۱]. این ویروس روی پلاستیک و فولاد طولانی ترین عمر را دارد و تا ۷۲ ساعت زنده می‌ماند، اما مقدار ویروس زنده در این مدت به‌شدت کاهش می‌یابد. روی مس بسیار ضعیف است و چهار ساعت توانایی بقا دارد [۴، ۲۲]. مواد متخلخل بیمارستان، از جمله کاغذ و پارچه نخی، کروناویروس عفونی را برای مدت‌زمان کوتاه‌تری از مواد غیرمتخلخل حفظ می‌کنند [۲۳، ۲۴]. طبق مطالعات انجام‌شده بر روی ویروس مولد سارس (SARS-CoV) این ویروس‌ها در

جدول ۱. پایداری کروناویروس روی سطوح مختلف [۲۸-۲۳، ۴]

پایداری	دما	نوع سطح	گونه	ویروس
۵ روز	دمای اتاق	فلزات	Strain P9	SARS-CoV
۴-۵ روز	دمای اتاق	چوب	Strain P9	SARS-CoV
۱ روز	دمای اتاق	چوب	-	SARS-CoV-2
۴ روز	دمای اتاق	شیشه	Strain P9	SARS-CoV
۲ روز	دمای اتاق	شیشه	-	SARS-CoV-2
۲-۸ ساعت	دمای اتاق	آلومینیوم	Strain 229E & OC43	HCoV
۴ روز	دمای اتاق	پلاستیک	Strain P9	SARS-CoV
۴ روز	دمای اتاق	پلاستیک	-	SARS-CoV-2
۴-۵ روز	دمای اتاق	کاغذ	Strain P9	SARS-CoV
۲ روز	دمای اتاق	پارچه	Strain GVU6109	SARS-CoV
۱ روز	دمای اتاق	پارچه	-	SARS-CoV-2
کمتر از ۸ ساعت	˚C21	دستکش یک‌بارمصرف	Strain 229E & OC43	HCoV
۲ تا ۳ روز	20˚ C	استیل	Strain P9	SARS-CoV
۴ روز	دمای اتاق	استیل	-	SARS-CoV-2
بیش از ۴ روز	دمای اتاق	مس	Strain P9	SARS-CoV
۴ روز	دمای اتاق	مس	-	SARS-CoV-2
۵ روز	21˚ C	سرامیک	Strain 229E	HCoV
۵ روز	21˚ C	تفلون	Strain 229E	HCoV
۵ روز	21˚ C	PVC	Strain 229E	HCoV
۵ روز	21˚ C	لاستیک سیلیکونی	Strain 229E	HCoV
۲۴ ساعت	دمای اتاق	مقوا	-	SARS-CoV-2

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی‌قزوین

SARS-COV: کروناویروس مرتبط با سارس؛
HCoV: کروناویروس انسانی؛
PVC: پلی‌وینیل کلراید (نوعی پلاستیک).

سرم، ادرار و مدفوع قادر به بقا هستند، تیتر ویروس در ادرار کم بوده، در حالی که در سرم و مدفوع به ترتیب بعد از ۶۰ و ۹۶ ساعت تعداد کرونا ویروس کاهش می‌یابد [۲۵، ۲۴]. SARS-CoV در مدفوع و ادرار در دمای اتاق حداقل یک تا دو روز ماندگاری دارد. ویروس در مدفوع اسهالی بیماران که pH بالاتری نسبت به مدفوع افراد عادی دارند پایدارتر است [۱۳]. طبق بررسی‌هایی که در آزمایشگاه هنگ‌کنگ انجام گرفت، مشخص شد مدت‌زمان بقای ویروس در مدفوع نوزادان سه ساعت (pH=۶-۷)، مدفوع نرمال شش ساعت (pH=۸) و مدفوع اسهالی چهار روز (pH=۹) است [۲۶].

باتوجه به دوره نهفته بیماری و بقای ویروس در مدفوع، ادرار و سرم ممکن است فردی آلوده باشد و بدین ترتیب بتواند سطوح را با قطرات تنفسی یا نمونه مدفوع و ادرارخود آلوده کند و باعث انتقال ویروس به اشخاص دیگر شود [۱۵].

غیرفعال کردن SARS-CoV-2 توسط ضدعفونی‌کننده‌ها

تاکنون هیچ واکسیناسیون مناسب و درمان خاصی برای بیماری COVID-19 یافت نشده است؛ بنابراین پیشگیری از ابتلا و ضدعفونی کردن مداوم سطوح و دستان، ابتلا به این ویروس را به حداقل می‌رساند [۲۹]. محققان نشان دادند در

صورت مواجهه با اشعه ماورای بنفش(UV) و محیط اسیدی یا قلیایی بالا، فعالیت COVID-19 کاهش می‌یابد. اشعه ماورای بنفش به سه گروه تقسیم می‌شود: UVA (۳۲۰-۴۰۰ نانومتر)، UVB (۲۸۰-۳۲۰ نانومتر) و UVC (۲۰۰-۲۸۰ نانومتر). اشعه ماورای بنفش به‌شدت توسط RNA کروناویروس جذب و منجر به غیرفعال شدن ویروس می‌شود. قرار گرفتن ویروس‌ها در معرض نور UVC منجر به غیرفعال‌سازی نسبی در ۱ دقیقه می‌شود که سبب کاهش ۴۰۰ برابری در ویروس عفونی می‌شود. پس از ۱۵ دقیقه ویروس‌ها به طور کامل، غیرفعال می‌شوند. در مقابل، قرار گرفتن در معرض UVA هیچ تأثیر قابل‌توجهی بر غیر فعال شدن ویروس‌ها در مدت زمان ۱۵دقیقه‌ای نشان نمی‌دهد. حساسیت ویروس SARS-CoV-2 به اشعه فرابنفش هنوز به طور خاص مورد آزمایش قرار نگرفته است، اما بسیاری از آزمایشات در مورد کروناویروس‌های دیگر از جمله coronavirus SARS، نشان داده است این ویروس‌ها مستعد غیرفعال شدن با اشعه فرابنفش هستند [۳۰]. داده‌های مطالعه انجام‌شده توسط میریام دارنل و همکارانش بر روی SARS-CoV، نشان می‌دهد که نور UVC، درصورتی که کرونا ویروس‌ها در فاصله ۳ سانتی‌متر باشند و به مدت ۱۵ دقیقه در تماس با نور قرار بگیرند، سبب غیرفعال شدن آن‌ها می‌شود. [۳۱].

انواع مختلفی از مواد بیوکسید مانند هیدروژن پراکسید، الکل، هیپوکلریت سدیم یا کلرید بنزالکونیوم در سراسر جهان برای ضدعفونی، به طور عمده در دستورالعمل مراقبت‌های بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۲]. محصولات پوویدین آیوداین در ۲ دقیقه میزان عفونت‌زایی سارس را به حدی پایین می‌برد که سطح ویروس قابل شناسایی نخواهد بود. استفاده ۵ دقیقه یا بیشتر از فیکساتیوهایی نظیر فرمالین، گلوتارآلدئید، متانول و استون، قادر به حذف عوامل عفونت‌زای ویروسی است [۳۳]. طبق مطالعات انجام‌شده اتانول با غلظت ۶۲ تا ۷۱ درصد در یک دقیقه سبب کاهش تیتر کروناویروس جدید می‌شود. سدیم هیپوکلریت ۰/۱ تا ۰/۵ درصد و گلوتارآلدئید ۲ درصد برای از بین بردن عفونت‌زایی کاملاً مؤثر هستند، درحالی که بنزالکونیوم کلراید ۰/۰۴ درصد، سدیم هیپوکلریت ۰/۰۶درصد و اروتوفتالدئید ۰/۵۵ درصد اثر کمتری روی کروناویروس‌ها دارند [۴]. سازمان بهداشت جهانی توصیه می‌کند اقدامات ضدعفونی‌کننده و پاک‌سازی محیط به طور صحیح و مداوم انجام شود. سطوح محیطی باید با آب و مواد ضدعفونی‌کننده کاملاً تمیز شوند. ضدعفونی و تمیز کردن سطوحی که اغلب لمس می‌شود، مانند در توالت، میز، سوئیچ و سینک‌ها باید با ضدعفونی‌کننده‌های خانگی انجام شود [۳۴]. سفید کننده کلر (۱ و ۲ درصد)، اتانول ۷۰ درصد و کلرهگزیدین ۰/۰۵ درصد در برابر ویروس زنده در آزمایشگاه‌ها مؤثر هستند [۲۰].

جهت ضدعفونی کردن سطوح، متناسب با میزان آلودگی، می‌توان درصدهای متفاوتی از محلول کلر را تهیه کرد (جدول شماره ۲). هیپوکلریت سدیم برای اثربخشی نیاز به حداقل غلظت حداقل ۰/۲۱ درصد دارد. هیپوکلریت سدیم غلیظ که تحت نام سفیدکننده‌های خانگی (آب‌ژاول و وایتکس) استفاده می‌کنیم غلظتی حدود ۵/۳۵ درصد را داراست و با تهیه رقت‌های مناسب می‌توان برای اهداف مختلف از آن استفاده کرد [۳۵]. پراکسید هیدروژن ترکیب دیگری است که با غلظت ۰/۵درصد و زمان انکوباسیون ۱ دقیقه مؤثر است. داده‌های به‌دست‌آمده با بنزالکونیوم کلرید در زمان‌های معقول با یکدیگر متناقض بودند. در ۱۰ دقیقه غلظت ۰/۲ درصد هیچ اثربخشی در کروناویروس نشان نداد، در حالی که غلظت ۰/۰۵ درصد کاملاً مؤثر بود (جدول شماره ۳). در یک مطالعه، حدود ۷۰ درصد از کروناویروس‌های جدید فقط با شستن دست‌ها با آب کاهش یافت، در حالی که با استفاده از ضدعفونی کننده‌های دستی مبتنی بر پایه الکل، بار ویروسی در طی ۳۰ ثانیه اولیه استفاده، حدود ۹۹/۹۹ درصد کاهش یافته است [۳۶، ۳۷]. یکی از راه‌های دیگر ضدعفونی کردن که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از گیت یا تونل‌های ضدعفونی‌کننده است که در نسل جدید تونل‌های ضدعفونی‌کننده از بخار سرد با اُزن استفاده می‌شود. درواقع اُزن باعث پراکسیداسیون لیپیدی کپسید ویروس می‌شود و چرخه تولید مثل آن را قطع می‌کند و از تماس لازم و اتصال بین ویروس و گیرنده جلوگیری می‌کند [۳۸]. این مطالعات حاکی از اهمیت ضدعفونی‌کننده‌ها در ویروس‌زدایی و پیشگیری از بیماری است.

یافته‌ها

SARS-CoV-2، ویروس مولد بیماری کووید-۱۹ در آئروسل‌ها دارای نیم‌عمر ۲/۷ ساعت است. همچنین کروناوی‌روس روی پلاستیک، استیل، مقوا و مس به ترتیب ۷۲ ساعت، ۴۸ ساعت، ۲۴ ساعت و ۴ ساعت فعال باقی می‌ماند. بنابراین تنفس آئروسل‌های حاوی ذرات ویروسی یا لمس سطوح آلوده نقش مهمی در انتقال و شیوع کروناویروس‌ها دارند. میزان بار ویروسی روی سطوح بی‌جان در هنگام شیوع بیماری مشخص نیست، ولی می‌توان بار ویروسی روی سطوح را با ضدعفونی کردن و استفاده از اُزن کاهش داد [۴، ۴۷]. تمیز کردن سطوح محیطی با آب و مواد شوینده و استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده معمولاً در سطح بیمارستان روش مؤثری است [۲۹]. در مطالعه‌ای که در چین انجام شد محققان دریافتند دریافت که آب و صابون در مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق، سبب از بین رفتن کامل کروناویروس‌های جدید موجود در نمونه مورد آزمایش نمی‌شود، اما در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد (دمای اتاق)، پس از ۱۵ دقیقه ساختار تمام آن‌ها از بین می‌رود [۲۰]؛ بنابراین دما و مدت‌زمان تماس مواد ضدعفونی‌کننده در مقابل عوامل

جدول ۲. محلول کلر با غلظت مورد نیاز از هیپوکلریت سدیم (وایتکس) ۵ درصد [۲۸]

کاربرد	درصد کلر فعال	نسبت رقیق‌سازی وایتکس با آب	درصد رقیق‌سازی
سطوح محیطی با آلودگی کم	۰/۰۵	۱ به ۹۹	۱ در ۱۰۰
سطوح محیطی با آلودگی متوسط	۰/۱	۱ به ۴۹	۲ در ۱۰۰
سطوح محیطی با آلودگی زیاد	۰/۲۵	۱ به ۱۹	۵ در ۱۰۰
ترشحات خونی و اسهال و غیره	۱	۱ به ۴	۲۰ در ۱۰۰

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

جدول ۳. غیرفعال کردن کرونا ویروس‌های مختلف با ضدعفونی‌کننده‌های مختلف [۴۶-۳۹، ۳۴، ۴]

کاهش عفونت ویروسی (log10)	مدت زمان تماس	عامل ضدعفونی‌کننده	ویروس
≥۶	۱۵ دقیقه	اُزن	SARS-CoV, MERS-CoV, SARS-CoV-2
≥۵/۵	۳۰ ثانیه	اتانول ۹۵ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥۰/۵	۳۰ ثانیه	اتانول ۷۵ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۴/۰	۳۰ ثانیه	اتانول ۸۰ درصد	MERS-CoV Strain EMC
≥ ۵/۰	۳۰ ثانیه	اتانول ۷۸ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۳/۳	۳۰ ثانیه	۲- پوپانول ۱۰۰ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۴/۰	۳۰ ثانیه	۲- پروپانول ۷۵ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۴/۰	۳۰ ثانیه	۲- پروپانول ۷۵ درصد	MERS-CoV Strain EMC
≥ ۴/۰	۳۰ ثانیه	سدیم هیپوکلرات ۰/۲۱ درصد	MHV Strain MHV-1
≥ ۳/۰	۲ دقیقه	فرمالدهید ۱ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۳/۰	۲ دقیقه	گلوتاردی آلدهید ۰/۵درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۴/۴	۱۵ ثانیه	بتادین ۰/۲۳ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۴/۶	۱۵ ثانیه	بتادین ۷/۵ درصد	MERS-CoV Isolate HCoV-EMC
≥ ۴/۳	۳۰ ثانیه	۲-پروپانول و ۱-پروپانول کلرید بنزالکونیوم ۴۵ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۲/۸	۳۰ ثانیه	۲-پروپانول و ۱-پروپانول کلرید بنزالکونیوم ۳۰ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
۰/۶-۰/۳	۱۰ دقیقه	۲-پروپانول و ۱-پروپانول کلرید بنزالکونیوم۰/۰۰۱درصد	MHV Strain MHV-2 & MHV-N
≥۴/۰	۱ دقیقه	پراکسید هیدروژن فرمالدهید ۰/۵درصد	HCoV Strain 229E
≥۳/۰	۲ دقیقه	پراکسید هیدروژن فرمالدهید ۱ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1
≥ ۳/۰	۲ دقیقه	پراکسید هیدروژن فرمالدهید ۷ درصد	SARS-CoV Isolate FFM-1

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

SARS-CoV Isolate FFM-1: کروناویروس سارس سویه FFM-1
MERS-CoV Isolate HCoV-EMC: کروناویروس مرس سویه HCoV-EMC
MHV Strain MHV-2 & MHV-N: کروناویروس موشی سویه MHV-2 و MHV-N
HCoV Strain 229E: کروناویروس انسانی سویه 229E

عفونی نقش مهمی دارند. طبق مطالعات انجام‌شده اشعه فرابنفش (UV) قادر است ویروس را ازبین ببرد، ولی با وجود این، در این زمینه اختلاف نظر بسیاری وجود دارد. دوآن و همکارانش مشاهده کردند UV در طول موج ۲۶۰ نانومتر و به مدت ۶۰ دقیقه کروناویروس را نابود می‌کند [۲۴]. در حالی که در مطالعه دیگر محققان معتقد بودند کروناویروس‌ها به اشعه اولتراویوله نسبتاً مقاوم هستند؛ زیرا بعد از ۶۰ دقیقه توانستند ویروس را جداسازی کنند. از این رو سازمان بهداشت جهانی توصیه می‌کند به صورت صحیح و مداوم از روش‌های نظافت، شست‌وشو و ضدعفونی کردن محیط زیست استفاده شود [۲۹].

بحث و نتیجه‌گیری

SARS-CoV-2، ویروس مولد بیماری COVID-19 به دلیل

شیوع و سرعت انتشار بالا و پایداری آن از چندین ساعت تا چند روز در هوا و سطوح، اکنون به عنوان تهدید جهانی برای سلامتی انسان به شمار می‌آید؛ بنابراین رعایت نکات بهداشتی فردی مانند شست‌وشوی منظم دستان و ضدعفونی کردن سطوح برای کاهش انتشار SARS-CoV-2 از طریق آئروسل مورد نیاز است. با این حال، تنها شستن مداوم دستان و ضدعفونی کردن سطوح و وسایل برای جلوگیری از گسترش ویروس کافی نیست. از این رو به تحقیقات وسیع‌تری در زمینه روش‌های درمانی و تولید واکسن‌های مؤثر برای کنترل این بیماری نیاز است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله، از نوع مروری نظام‌مند است و نیاز به تأییدیه اخلاقی ندارد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تحقیق، جمع‌آوری منابع و نگارش: پریسا عابدی ایلخچی و مجتبی نیاززاده؛ نگارش، ویرایش، بررسی و مدیر پروژه: معصومه اصلانی‌مهر.

تعارض منافع

بنا به اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Stockman LJ, Bellamy R, Garner P. SARS: Systematic review of treatment effects. PLoS Med. 2006; 3(9):e343. [DOI:10.1371/journal.pmed.0030343] [PMID] [PMCID]

[2] Araújo MB, Naimi B. Spread of SARS-CoV-2 Coronavirus likely to be constrained by climate. medRxiv. 2020. [DOI:10.1101/2020.03.12.20034728]

[3] Seah I, Su X, Lingam G. Revisiting the dangers of the coronavirus in the ophthalmology practice. Eye (Lond). 2020; 34(7):1155-7. [DOI:10.1038/s41433-020-0790-7] [PMID] [PMCID]

[4] Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect. 2020; 104(3):246-51. [DOI:10.1016/j.jhin.2020.01.022] [PMID] [PMCID]

[5] Dangi RR, George M. Temperature, population and longitudinal analysis to predict potential spread for COVID-19 [Internet]. 2020 [Updated 2020 March 24]. Available from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3560786 [DOI:10.2139/ssrn.3560786]

[6] Xu RH, He JF, Evans MR, Peng GW, Field HE, Yu DW, et al. Epidemiologic clues to SARS origin in China. Emerg Infect Dis. 2004; 10(6):1030-7. [DOI:10.3201/eid1006.030852] [PMID] [PMCID]

[7] de Wit E, van Doremalen N, Falzarano D, Munster VJ. SARS and MERS: Recent insights into emerging coronaviruses. Nat Rev Microbiol. 2016; 14(8):523-34. [DOI:10.1038/nrmicro.2016.81] [PMID] [PMCID]

[8] Zhong NS, Zheng BJ, Li YM, Poon LLM, Xie ZH, Chan KH, et al. Epidemiology and cause of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Guangdong, People's Republic of China, in February, 2003. Lancet. 2003; 362(9393):1353-8. [DOI:10.1016/S0140-6736(03)14630-2]

[9] Momattin H, Mohammed K, Zumla A, Memish ZA, Al-Tawfiq JA. Therapeutic options for Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV)-possible lessons from a systematic review of SARS-CoV therapy. Int J Infect Dis. 2013; 17(10):e792-8. [DOI:10.1016/j.ijid.2013.07.002] [PMID] [PMCID]

[10] Albarrak AM, Stephens GM, Hewson R, Memish ZA. Recovery from severe novel coronavirus infection. Saudi Med J. 2012; 33(12):1265-9. [PMID]

[11] Assiri A, McGeer A, Perl TM, Price CS, Al Rabeeah AA, Cummings DAT, et al. Hospital outbreak of Middle East respiratory syndrome coronavirus. N Engl J Med. 2013; 369(5):407-16. [DOI:10.1056/NEJMoa1306742] [PMID] [PMCID]

[12] World Health Organization. Novel coronavirus - China [Internet]. 2020 [Updated 2020 January 12] Available from: https://www.who.int/csr/don/12-january-2020-novel-coronavirus-china/en/

[13] Amirian ES. Potential fecal transmission of SARS-CoV-2: Current evidence and implications for public health. Int J Infect Dis. 2020; 95:363-70. [DOI:10.1016/j.ijid.2020.04.057] [PMID] [PMCID]

[14] Scafetta N. A proposal for isotherm world maps to forecast the seasonal evolution of the SARS-CoV-2 pandemic. Preprints. 2020; 2020040063. [DOI:10.20944/preprints202004.0063.v1]

[15] Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Environ Int. 2020; 139:105730. [DOI:10.1016/j.envint.2020.105730] [PMID] [PMCID]

[16] Guzman M. Bioaerosol size effect in COVID-19 transmission. Preprints. 2020; 2020040093. [DOI:10.20944/preprints202004.0093.v2]

[17] Santa-Coloma T. The airborne and gastrointestinal Coronavirus SARS-COV-2 pathways. Preprints. 2020; 2020040133. [DOI:10.20944/preprints202004.0133.v1]

[18] Lei Z, Cao H, Jie Y, Huang Z, Guo X, Chen J, et al. A cross-sectional comparison of epidemiological and clinical features of patients with coronavirus disease (COVID-19) in Wuhan and outside Wuhan, China. Travel Med Infect Dis. 2020; 35:101664. [DOI:10.1016/j.tmaid.2020.101664] [PMID] [PMCID]

[19] Guo ZD, Wang ZY, Zhang SF, 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):1583-91. [DOI:10.3201/eid2607.200885] [PMID] [PMCID]

[20] Chin A, Chu J, Perera M, Hui K, Yen HL, Chan M, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. medRxiv. 2020. [DOI:10.1101/2020.03.15.20036673]

[21] Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA. 2020; 323(13):1239-42 [DOI:10.1001/jama.2020.2648] [PMID]

[22] van Doremalen N, Bushmaker T, Munster V J. Stability of Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. Euro Surveill. 2013; 18(38):20590. [DOI:10.2807/1560-7917.ES2013.18.38.20590] [PMID]

[23] 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(16):1564-7. [DOI:10.1056/NEJMc2004973] [PMID] [PMCID]

[24] Duan SM, Zhao XS, Wen RF, Huang JJ, Pi GH, Zhang SX, et al. Stability of SARS coronavirus in human specimens and environment and its sensitivity to heating and UV irradiation. Biomed Environ Sci. 2003; 16(3):246-55. [PMID]

[25] Huang JC, Chang YF, Chen KH, Su LC, Lee CW, Chen CC, et al. Detection of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) coronavirus nucleocapsid protein in human serum using a localized surface plasmon coupled fluorescence fiber-optic biosensor. Biosens Bioelectron. 2009; 25(2):320-5. [DOI:10.1016/j.bios.2009.07.012] [PMID] [PMCID]

[26] Abdullah ASM, Tomlinson B, Cockram CS, Thomas GN. Lessons from the severe acute respiratory syndrome outbreak in Hong Kong. Emerg Infect Dis. 2003; 9(9):1042-5. [DOI:10.3201/eid0909.030366] [PMID] [PMCID]

[27] Ijaz MK, Brunner AH, Sattar SA, Nair RC, Johnson-Lussenburg CM. Survival characteristics of airborne human coronavirus 229E. J Gen Virol. 1985; 66(Pt 12):2743-8. [DOI:10.1099/0022-1317-66-12-2743] [PMID]

[28] World Health Organization. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19 [Internet]. 2020 [Updated 2020 May 16]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/cleaning-and-disinfection-of-environmental-surfaces-inthe-context-of-covid-19

[29] World Health Organization. Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected [Internet]. 2020 [Updated 2020 March 19]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/infection-prevention-and-control-during-health-care-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected-20200125

[30] Kowalski WJ, Walsh TJ, Petraitis V. 2020 COVID-19 coronavirus ultraviolet susceptibility [Internet]. 2020 [Updated 2020 March 30]. Available from: https://rblh.fiocruz.br/sites/rblh.fiocruz.br/files/usuario/80/85._2020_covid-19_coronavirus_ultraviolet_susceptibility.pdf

[31] Darnell MER, Subbarao K, Feinstone SM, Taylor DR. Inactivation of the coronavirus that induces Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS-CoV. J Virol Methods. 2004; 121(1):85-91. [DOI:10.1016/j.jviromet.2004.06.006] [PMID] [PMCID]

[32] Siddharta A, Pfaender S, Vielle NJ, Dijkman R, Friesland M, Becker B, et al. Virucidal activity of world health organization-recommended formulations against enveloped viruses, Including Zika, Ebola, and emerging Coronaviruses. J Infect Dis. 2017; 215(6):902-6. [DOI:10.1093/infdis/jix046] [PMID] [PMCID]

[33] Kariwa H, Fujii N, Takashima I. Inactivation of SARS coronavirus by means of povidone-iodine, physical conditions and chemical reagents. Dermatology. 2006; 212(Suppl 1):119-23. [DOI:10.1159/000089211] [PMID] [PMCID]

[34] Rabenau HF, Kampf G, Cinatl J, Doerr HW. Efficacy of various disinfectants against SARS coronavirus. J Hosp Infect. 2005; 61(2):107-11. [DOI:10.1016/j.jhin.2004.12.023] [PMID] [PMCID]

[35] Fukuzaki S. Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. Biocontrol Sci. 2006; 11(4):147-57. [DOI:10.4265/bio.11.147] [PMID]

[36] Yadav DK, Shah SP, Shah PK, Yadav AK. Does use of disposable latex gloves by general population protect them from getting infected with SARS-CoV-2 during COVID-19 pandemic. No Year.

[37] Hota B. Contamination, disinfection, and cross-colonization: Are hospital surfaces reservoirs for nosocomial infection? Clin Infect Dis. 2004; 39(8):1182-9. [DOI:10.1086/424667] [PMID] [PMCID]

[38] Rowen RJ. Ozone therapy as a primary and sole treatment for acute bacterial infection: Case report. Med Gas Res. 2018; 8(3):121-4. [DOI:10.4103/2045-9912.241078] [PMID] [PMCID]

[39] Rabenau HF, Cinatl J, Morgenstern B, Bauer G, Preiser W, Doerr HW. Stability and inactivation of SARS coronavirus. Med Microbiol Immunol. 2005; 194(1-2):1-6. [DOI:10.1007/s00430-004-0219-0] [PMID] [PMCID]

[40] Kumar GD, Mishra A, Dunn L, Townsend A, Oguadinma IC, Bright KR, et al. Biocides and novel antimicrobial agents for the mitigation of coronaviruses. Front Microbiol. 2020; 11:1351. [DOI:10.3389/fmicb.2020.01351] [PMID] [PMCID]

[41] Dellanno C, Vega Q, Boesenberg D. The antiviral action of common household disinfectants and antiseptics against murine hepatitis virus, a potential surrogate for SARS coronavirus. Am J Infect Control. 2009; 37(8):649-52. [DOI:10.1016/j.ajic.2009.03.012] [PMID] [PMCID]

[42] Eggers M, Koburger-Janssen T, Eickmann M, Zorn J. In vitro bactericidal and virucidal efficacy of Povidone-Iodine gargle/mouthwash against respiratory and oral tract pathogens. Infect Dis Ther. 2018; 7(2):249-59. [DOI:10.1007/s40121-018-0200-7] [PMID] [PMCID]

[43] Eggers M, Eickmann M, Zorn J. Rapid and effective virucidal activity of povidone-iodine products against Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV) and Modified vaccinia Virus Ankara (MVA). Infect Dis Ther. 2015; 4(4):491-501. [DOI:10.1007/s40121-015-0091-9] [PMID] [PMCID]

[44] Geller C, Varbanov M, Duval RE. Human coronaviruses: Insights into environmental resistance and its influence on the development of new antiseptic strategies. Viruses. 2012; 4(11):3044-68. [DOI:10.3390/v4113044] [PMID] [PMCID]

[45] Shidham VB, Frisch NK, Layfield LJ. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (the cause of COVID 19) in different types of clinical specimens and implications for cytopathology specimen: An editorial review with recommendations. Cytojournal. 2020; 17:7. [DOI:10.25259/Cytojournal_24_2020] [PMID] [PMCID]

[46] Yari S, Moshammer H, Asadi AF. Side effects of using disinfectants to fight COVID-19. Asian Pac J Environ Cancer. 2020; 3(1):9-13. [DOI:10.31557/apjec.2020.3.1.9-13]

[47] Biswal M, Kanaujia R, Angrup A, Ray P, Mohan Singh S. Disinfection tunnels: Potentially counterproductive in the context of a prolonged pandemic of COVID-19. Public Health. 2020; 183:48-9. [DOI:10.1016/j.puhe.2020.04.045] [PMID] [PMCID]