



جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی



دانشگاه علوم پزشکی تهران

انتقال ویروس کووید-۱۹: نکات کاربردی در اقدامات احتیاطی پیشگیری از عفونت

سازمان جهانی بهداشت (WHO)



چکیده علمی

۹۹/۴/۱۹



پژوهشکده محیط زیست
دانشگاه علوم پزشکی تهران



دانشگاه علوم پزشکی تهران
دانشکده بهداشت



مؤسسه ملی تحقیقات سلامت

جمهوری اسلامی ایران

پژوهشگاه پزشکی تبارک موسسه ملی تحقیقات سلامت



<http://ier.tums.ac.ir>

پژوهشگاه محیط زیست
دانشگاه علوم پزشکی تهران



<http://nihr.tums.ac.ir>

موسسه ملی تحقیقات سلامت
جمهوری اسلامی ایران

این مقاله نسخه به روزرسانی شده مقاله علمی است که در ۲۹
مارس ۲۰۲۰ با عنوان ”شیوه های انتقال ویروس COVID-19:
با تاکید بر اقدامات پیشگیرانه در ابتلا به عفونت و کنترل
(IPC)“ منتشر شده است و شامل شواهد علمی جدیدی در مورد
انتقال کووید-19، ویروس عامل بیماری COVID-19، است.

مرور کلی

برای COVID-19 (۱)، کنترل آن از طریق مهار انتقال ویروس و جلوگیری از بیماری و مرگ مرتبط است. شواهد موجود نشان می‌دهد که کووید-۱۹، ویروسی که باعث COVID-19 می‌شود، عمدتاً از فردی به فرد دیگر منتشر می‌شود. درک چگونگی، زمان گسترش و شناسایی شرایط انتشار کووید-۱۹ در توسعه موثر بهداشت عمومی و نحوه پیشگیری از عفونت و اقدامات کنترلی لازم برای شکستن زنجیره های انتقال، بسیار مهم است.

راه های انتقال

در این بخش به صورت مختصر شیوه های انتقال کووید-۱۹، از جمله تماس، قطره ها، انتقال از طریق هوا، از طریق اجسام و اشیاء (fomite)، تماس مدفوعی-دهانی، خونریزی، مادر به کودک و انتقال حیوان به انسان به طور خلاصه توضیح داده شده است. عفونت با کووید-۱۹ در درجه اول باعث بیماری تنفسی اعم از بیماری خفیف تا شدید و مرگ می‌شود و برخی از افراد آلوده به ویروس هرگز علائمی بروز نمی‌دهند.

این خلاصه علمی، مروری بر نحوه انتقال کووید-۱۹، آنچه در مورد انتقال ویروس توسط افراد آلوده، و کاربردهای آن در عفونت و اقدامات احتیاطی کنترل در داخل و خارج از مراکز پزشکی شناخته شده است، ارائه می‌دهد. این خلاصه علمی یک مقاله مرور نظام مند نیست. بلکه حاصل مرور سریع مقالات چاپ شده در مجلات با داوری های دقیق و مقالات در حال چاپ در سازمان جهانی بهداشت (WHO) می‌باشد. ضرورت دارد که نتایج حاصل از مقالات چاپ شده بدون داوری دقیق با احتیاط بیشتری تفسیر گردد. این چکیده علمی همچنین با بحث های مختلفی از طریق کنفرانس های تلفنی با برنامه اضطراری بهداشتی WHO، میزگرد مشاوره ای متخصصان برای آمادگی اقدامات پیشگیرانه در ابتلا به عفونت و کنترل، پرسش و پاسخ در زمینه COVID-19، گروه توسعه راهنما COVID-19 IPC GDG (COVID-19 IPC WHO ad hoc)، و با بررسی کارشناسان خارجی با سوابق فنی مربوطه اطلاع رسانی شده است. هدف فراگیر برنامه های آمادگی و پاسخگویی استراتژیک جهانی



انتقال از طریق تماس و قطرک ها

تعدادی از قطرک های سیستم تنفسی منجر به تولید آئروسول های میکروسکوپی ($\mu\text{m} < 5$) از طریق تبخیر شدن، می نمایند. (۲) تنفس طبیعی و صحبت کردن منجر به تولید آئروسول در هوا می گردد. بنابراین، یک فرد مستعد می تواند آئروسول های ایجاد شده در هوا را استنشاق کرده و در صورتیکه این آئروسول ها حاوی ویروس به مقدار دوز کافی باشند، شخص مورد نظر مبتلا به عفونت شود. با این حال، سهم و نسبت هسته های قطرکی بازدم یا قطرک های تنفسی که می توانند برای تولید آئروسول در هوا تبخیر شوند، و همچنین دوز عفونی زنده کووید-۱۹ مورد نیاز برای ایجاد عفونت در شخص دیگر هنوز مشخص نشده است، اما این دوز عفونی برای سایر ویروس های تنفسی مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۷).

یک مطالعه تجربی میزان قطرک ها با اندازه های مختلف که در هنگام صحبت کردن عادی می تواند در هوا باقی بمانند، را تعیین کرده است. با این حال، نویسندگان اذعان می کنند که این مطالعه بر مبنای فرضیات عملی است و باید اعتبار آن در شرایط بالینی کووید-۱۹ بررسی شود (۱۸). یکی دیگر از مدل های آزمایشگاهی اخیر نشان داد که افراد سالم می توانند از طریق سرفه و صحبت کردن آئروسول تولید کنند (۱۹). و یک مدل دیگر، پیشنهاد می دهد که میزان انتشار ذرات در حین سخنرانی و صحبت کردن، از تنوع و تفاوت زیادی برخوردار است، و بین افزایش انتشار ذرات با افزایش دامنه صدای افراد همبستگی وجود دارد (۲۰). تا به امروز، انتقال کووید-۱۹ توسط این نوع مسیر آئروسول ها در هوا گزارش نشده است؛ برای اثبات این روش انتقال، تحقیقات بیشتری لازم است.

برخی مطالعات تجربی، با استفاده از نبولایزرهای با قدرت بالا (high-powered jet nebulizers) در شرایط آزمایشگاهی کنترل شده، آئروسول های عفونت زا را تولید نمودند. این مطالعات RNA ویروس کووید-۱۹ و ویروس مناسب برای تکثیر را در نمونه های

انتقال کووید-۱۹ می تواند از طریق تماس مستقیم، غیرمستقیم یا نزدیک با افراد آلوده از طریق ترشحات آلوده مانند بزاق و ترشحات تنفسی یا قطرک های تنفسی آنها هنگامی که فرد آلوده سرفه، عطسه، صحبت کند یا آواز بخواند، اتفاق بیفتد (۱۰-۲). قطرک های تنفسی قطر ۵-۱۰ میکرومتر دارند در حالیکه به قطرک ها با قطر کمتر از ۵ میکرومتر، هسته های قطرکی یا آئروسول گفته می شوند (۱۱). انتقال قطرک های تنفسی می تواند در هنگام تماس نزدیک شخص (تا فاصله ۱ متر) با یک فرد آلوده که دارای علائم تنفسی است (مثل سرفه یا عطسه) یا در حال صحبت کردن یا آواز خواندن است، رخ دهد. در این شرایط، قطرک های تنفسی حاوی ویروس می تواند به دهان، بینی یا چشم های فرد مستعد برسد و منجر به عفونت شود. انتقال غیرمستقیم از طریق تماس یک میزبان مستعد با یک شی یا سطح آلوده (fomite) نیز امکانپذیر می باشد. (توضیحات ادامه را مطالعه نمائید).

انتقال هوابرد (انتقال از طریق هوا)

انتقال از طریق هوا (انتقال هوابرد)، به گسترش و انتشار عامل ایجاد عفونت از طریق هسته های قطرکی (آئروسول) گفته می شود که در صورت معلق بودن در هوا در مسافت های طولانی و مدت زمان زیادی به صورت عفونی باقی می ماند (۱۱). هوابرد بودن کووید-۱۹ می تواند در طی فعالیت ها و درمان های پزشکی که ممکن است منجر به تولید آئروسول گردد، رخ دهد (۱۲). WHO، همراه با متخصصین علمی، به طور فعال بحث و ارزیابی کرده اند که آیا کووید-۱۹ ممکن است در صورت عدم وجود روشهای تولید آئروسول، به ویژه در محیط های داخلی با تهویه ضعیف منتشر شود؟

فیزیک هوای بازدمی و فیزیک جریانات فرضیه هایی را در مورد مکانیسم های ممکن انتقال کووید-۱۹ از طریق آئروسول ها ایجاد کرده است (۱۶-۱۳). این فرضیه ها پیشنهاد می دهد که؛ (۱)

عدم وجود روشهای درمانی تولید کننده آئروسول، با استفاده مناسب از اقدامات پیشگیرانه از جمله پوشیدن ماسک های پزشکی به عنوان بخشی از تجهیزات حفاظت فردی، در هنگام تماس با بیماران و یا قطرک های منتشره در هوا بیماری به آنها سرایت پیدا نکرده است (۳۸-۳۹). این مشاهدات نشان می دهد انتقال آئروسول با شرایط ذکر شده، رخ نداده است. مطالعات بیشتری لازم است تا مشخص شود که آیا می توان نمونه های زنده کووید-۱۹ را در محیط هایی با عدم استفاده از روشهای درمانی تولید آئروسول در هوا، تشخیص داد و اینکه آئروسول ها چه نقشی در انتقال بیماری می توانند داشته باشند.

در بیرون از مکان های پزشکی، برخی از گزارش های شیوع مربوط به فضاهای شلوغ داخل ساختمان (۴۰) احتمال انتقال آئروسول را به همراه انتقال قطرک ها، به عنوان مثال، در حین تمرین سرود (کر) (۷)، در رستوران ها (۴۱) یا در باشگاه های بدنسازی را مطرح کرده اند (۴۲). در این شرایط، انتقال آئروسول با برد کوتاه، به ویژه در مکانهای داخلی خاص از جمله فضاهای شلوغ و تهویه ناکافی در مدت زمان طولانی مواجهه با افراد آلوده، نمی توان رد کرد. با این حال، بررسی جزئیات پژوهش های صورت گرفته در مراکز عمومی ذکر شده در بالا، حاکی از آن است که انتقال بیماری از طریق قطرک ها و سطوح آلوده می تواند بصورت فرد به فرد صورت گیرد. علاوه بر این، محیط های تماسی نزدیک (محیط صمیمی) در این مراکز عمومی ممکن است انتقال بیماری را از تعداد کم بیمار به بسیاری از افراد

هوا بصورت آئروسول به مدت ۳ ساعت در یک مطالعه (۲۱) و ۱۶ ساعت در یک مطالعه دیگر، یافتند (۲۲). این یافته ها ناشی از تولید آئروسول در هوا در شرایط آزمایشگاهی بوده است که منعکس کننده شرایط معمول سرفه در انسان نیستند.

برخی از مطالعات انجام شده در مراکز مراقبت های بهداشتی که در آنها از بیماران COVID-19 دارای علائم بیماری مراقبت می شد، اما از روش های درمانی که منجر به تولید آئروسول در هوا می گردد استفاده نشده بود، RNA ویروس کووید-۱۹ را در نمونه های هوا تشخیص داده اند (۲۸-۲۳)، در حالی که سایر تحقیقات مشابه در هر دو مراکز مراقبت های بهداشتی و غیر درمانی هیچ گونه RNA از کووید-۱۹ یافت نموده اند. هیچ مطالعه ای ویروس زنده با قابلیت رشد و تکثیر را در نمونه های هوا پیدا نکرده است (۲۹-۳۶). از میان نمونه هایی که RNA ویروس کووید-۱۹ یافت شده، تعداد RNA تشخیص داده شده در حجم زیادی از هوا، ناچیز و بسیار کم بوده است و یک مطالعه که RNA ویروس کووید-۱۹ را در نمونه های هوا تشخیص داده است، شناسایی هیچگونه ویروس زنده ای را در میان نمونه های یافت شده، گزارش نموده است (۲۵). تشخیص RNA ویروس با استفاده از روشهای واکنش زنجیره ای پلیمرز رونویسی معکوس (RT-PCR) لزوماً نشانگر احتمال رشد و تکثیر و قابلیت (توانایی) ویروس در ایجاد عفونت و انتقال بیماری نمی باشد (۳۷).

گزارش های بالینی اخیر در ارتباط با کارکنان بهداشتی که در تماس با بیماران مبتلا به COVID-19 قرار داشته اند، در صورت

COVID-19

در محیط های گذرا یا لمس اشیاء آلوده به ویروس از طریق یک شخص آلوده (مثلاً گوشی معاینه پزشک یا دماسنج) و به دنبال آن لمس دهان، بینی یا چشم‌ها، انتقال یابد.

با وجود شواهد و مدارک پی در پی در مورد آلودگی سطوح به کووید-۱۹ و بقای ویروس در برخی از سطوح، هیچگونه گزارش خاصی وجود ندارد که مستقیماً انتقال از طریق سطوح آلوده را مطرح کرده باشد. افرادی که با سطوح بالقوه عفونی در تماس هستند اغلب با فرد بیمار نیز در تماس نزدیک می باشند؛ بنابراین تشخیص بین انتقال عامل بیماری از طریق قطره های تنفسی و یا سطوح آلوده دشوار است. با این حال، سطوح آلوده بعنوان یکی از راه های انتقال کووید-۱۹ می تواند بیانگر آلودگی محیط پیرامون ناشی از تماس با افراد باشد و البته

دیگر تسهیل کند (انتشار بسیار بالا)، به ویژه هنگامی که در عدم رعایت فاصله اجتماعی دستها شسته نشود و یا از ماسک استفاده نشود(۴۳).

انتقال از طریق فومیت (سطوح) آلوده

ترشحات یا قطره های تنفسی که توسط افراد آلوده دفع و منتشر می شود، می توانند سطوح و اشیاء را آلوده کرده و باعث ایجاد فومیت (سطوح) آلوده شوند. ویروس کووید-۱۹- زنده و / یا RNA ردیابی شده توسط RT-PCR بسته به شرایط محیطی (از جمله دما و رطوبت) و نوع سطح به ویژه با غلظت های بالا در محیط های درمانی بیماران COVID-19، در بازه های زمانی مختلف از ساعت ها تا روزها یافت می شود (۴۵، ۴۴، ۳۶، ۳۳-۳۱، ۲۸، ۲۶، ۲۴، ۲۳، ۲۱). بنابراین ویروس ممکن است به صورت غیر مستقیم از طریق لمس سطوح



مادرانی که COVID-19 مشکوک یا تأیید شده اند، باید برای شروع یا ادامه شیردهی تشویق شوند (۵۵).

شواهد تا به امروز نشان می دهد که کووید-۱۹- نزدیک ترین ارتباط را با بتاکارونوویروس های (betacoronaviruses) شناخته شده در خفاش ها دارد. نقش میزبان واسطه در تسهیل انتقال در اولین موارد ابتلا انسانی ناشناخته است (۵۶، ۵۷). همچنین به منظور بررسی میزبان (ها) واسطه احتمالی کووید-۱۹، تحقیقات دیگری نیز برای درک بهتر قابلیت انتقال کووید-۱۹ در گونه های مختلف جانوری، انجام شده است. شواهد موجود حاکی از آن است که انسانهای آلوده به کووید-۱۹ می توانند پستانداران دیگر، از جمله سگ (۵۸)، گربه (۵۹)، و سمور (راسو خانگی) را مبتلا کنند (۶۰). اگرچه، هنوز مشخص نیست که آیا این پستانداران آلوده خطر قابل توجهی برای انتقال بیماری به انسان را دارند یا خیر؟

چه زمانی افراد آلوده به کووید-۱۹ دیگران را آلوده می کنند؟

دانستن اینکه چه زمانی یک فرد آلوده می تواند کووی-۱۹- را گسترش دهد، به اندازه چگونگی راه های انتقال و گسترش ویروس مهم است (در بالا توضیح داده شده). WHO اخیراً گزارش علمی کوتاهی منتشر و به این موضوع پرداخته است که چه زمانی ممکن است شخص آلوده به ویروس بر اساس شدت بیماری خود، آن را گسترش دهد (۶۱).

به طور خلاصه، شواهد نشان می دهد که RNA ویروس کووید-۱۹ اندازه گیری شده توسط RT-PCR را می توان در افراد مبتلا با بیشترین بار ویروس، ۳-۱ روز قبل از شروع علائم آنها تشخیص داد، همچنین ویروس در محدود روز شروع علائم نیز شناسایی شده، و پس از آن با گذشت زمان کاهش تدریجی داشته است (۶۵-۶۲، ۴۷). به نظر می رسد

این واقعیت را بیان نماید که ویروس کرونا و سایر ویروسهای تنفسی می توانند از این طریق انتقال یابند.

سایر روش های انتقال

RNA ویروس کووید-۱۹ همچنین در سایر نمونه های بیولوژیکی از جمله ادرار و مدفوع برخی از بیماران مشاهده شده است (۵۰-۴۶). یک مطالعه ویروس زنده کووید-۱۹ را در ادرار یک بیمار تشخیص داده است (۵۱). سه مطالعه کووید-۱۹ را از نمونه های مدفوع کشت داده اند (۵۳، ۵۲، ۴۸). با این وجود، تاکنون هیچ گزارشی در مورد انتقال کووید-۱۹ از طریق مدفوع یا ادرار منتشر نشده است.

برخی از مطالعات از شناسایی RNA ویروس کووید-۱۹ در پلاسما یا سرم خبر داده اند، و همچنین ویروس می تواند در سلول های خونی تکثیر شود. با این حال، نقش انتقال ویروس از طریق خون هنوز مشخص نیست^۱. وجود حجم کم از ویروس در مایع پلاسما و سرم نشان می دهد که ریسک انتقال از طریق خون و فرآورده های آن ممکن است پایین باشد (۵۴، ۴۸). در حال حاضر، هیچ مدرکی برای انتقال داخل رحمی کووید-۱۹ از زنان باردار آلوده به جنین آنها وجود ندارد، اگرچه داده ها محدود هستند. WHO اخیراً چکیده علمی در مورد شیردهی و COVID-19 منتشر کرده است (۵۵). این گزارش کوتاه علمی توضیح می دهد که قطعات RNA ویروس با استفاده از آزمایش RT-PCR در چند نمونه شیر مادر در مادران آلوده به کووید-۱۹ یافت شده است، اما مطالعات در مورد اینکه آیا ویروس های جدا شده، قابلیت زیست پذیری و تکثیر را دارند، هنوز تحت بررسی است. انتقال کووید-۱۹ از مادر به جنین تاکنون مشاهده نشده است^۱ و انتقال از این طریق نیازمند آن است که ویروس عفونی در شیر مادر تکثیر و پس از عبور از سیستم های دفاعی نوزاد به نقاط هدف در نوزاد برسد. WHO توصیه می کند

۱. طبق آخرین گزارش منتشره کووید-۱۹- می تواند ایجاد؛ ۱) ویرمی (حضور ویروس در خون) مادر، ۲) عفونت از طریق جفت و التهاب جفت، ۳) ویرمی (حضور ویروس در خون) نوزاد کند.

افراد آلوده به کووید-۱۹ دارای علائم بیماری می‌توانند دیگران را از طریق قطره‌ها و تماس نزدیک با آنها آلوده کنند. به نظر می‌رسد که انتقال کووید-۱۹ به طور عمده از طریق قطره‌ها و تماس نزدیک با بیماران دارای علامت آلوده اتفاق می‌افتد. در تجزیه و تحلیل ۷۵۴۶۵ بیمار COVID-19 در چین، ۷۸-۵۸ درصد از موارد بیماری در محیط‌های خانگی رخ داده است، که نشان می‌دهد انتقال در حین تماس نزدیک و طولانی مدت اتفاق می‌افتد (۶). یک مطالعه از اولین بیماران در جمهوری کره نشان داد که ۹ مورد از ۱۳ مورد ابتلای ثانویه به بیماری در تماس‌های خانگی اتفاق افتاده است (۷۰). در خارج از محیط خانه، افرادی که با دیگران تماس فیزیکی نزدیک، وعده‌های غذایی مشترک، یا تقریباً یک ساعت یا بیشتر در تماس با بیماران دارای علامت در مکان‌های محصور مانند عبادتگاه‌ها، سالن‌های ورزشی یا محل کار بوده‌اند نیز در معرض خطر بالای ابتلا به عفونت قرار داشته‌اند (۷۲، ۷۱، ۴۲، ۷۰). مطالعات دیگر در سایر کشورها نیز انتقال ثانویه بیماری در خانواده‌ها را تایید می‌نمایند (۷۴، ۷۳).

نتایج آزمایش RT-PCR به طور کلی برای افراد بدون علامت ۱-۲ هفته، و برای بیماران مبتلا به بیماری خفیف تا متوسط تا ۳ هفته یا بیشتر مثبت است (۶۸-۶۵، ۶۲). در بیماران با درجه ابتلا شدید به COVID-۱۹ این زمان می‌تواند بسیار طولانی‌تر باشد (۴۷).

تشخیص RNA ویروس در نمونه‌های آزمایش شده، لزوماً به معنای آن نیست که یک فرد عفونی است و قادر به انتقال ویروس به فرد دیگر است. مطالعات در زمینه ارزیابی حضور کووید-۱۹ عفونی در نمونه‌های بیماران با استفاده از کشت ویروسی در حال حاضر محدود است (۶۱). به طور خلاصه، ویروس زنده در نمونه بیمار بدون علامت (۶۹)، در بیماران مبتلا به بیماری خفیف تا متوسط به مدت ۸-۹ روز پس از شروع علائم، و در مدت زمان طولانی‌تر در بیماران به شدت بیمار، جداسازی و تشخیص داده شده است (۶۱). جزئیات کامل در مورد مدت زمان پخش و انتشار یافتن ویروس را می‌توان در راهنما WHO با عنوان "معیارهای خروج بیماران COVID-19 از قرنطینه" مشاهده کرد (۶۱). برای تعیین مدت زمان پخش و مسری شدن (virus shedding) ویروس زنده در بیماران آلوده، نیاز به مطالعات بیشتری است.



افراد آلوده به کووید-19 بدون علائم بیماری نیز می‌توانند دیگران را آلوده کنند.

یک مطالعه اخیر در چین که به طور واضح و مناسب عفونت‌های بدون علامت را تعریف کرده است، نشان می‌دهد که نسبت افراد آلوده که هرگز علائم ایجاد نکرده‌اند ۲۳ درصد بوده است (۸۱). اطلاعات موجود در مورد زمان مسری شدن ویروس کرونا در مطالعات متعدد نشان داده است که افراد قبل از اینکه خود بیمار شوند (علائم بیماری را نشان دهند)، دیگران را آلوده می‌کنند (۸۳، ۸۲، ۶۹، ۴۲، ۱۰) (به مطالب ارائه شده در بالا مراجعه کنید). یکی از مطالعات در سنگاپور گزارش داد که ۶/۴ درصد موارد ابتلای ثانویه به بیماری در نتیجه انتقال از افراد ناقل پیش از بروز علائم می‌باشند (۷۳). در یک مطالعه مدلسازی، که اطلاعات انتقال بیماری بر اساس دوره زمانی و نهفتگی استخراج شده است، تخمین زده است که تا ۴۴ درصد (۶۹-۲۵ درصد) انتقال بیماری ممکن است درست قبل از بروز علائم رخ داده باشد (۶۲). هنوز مشخص نیست که چرا میزان برآوردهای حاصل از مطالعات مدل سازی با داده‌های تجربی موجود متفاوت است.

مطالعه در زمینه انتقال بیماری از طریق افراد آلوده بدون علائم دشوار است. با این حال، می‌توان اطلاعات را از مسیر ردیابی دقیق تماس، و همچنین تحقیقات اپیدمیولوژیک در مورد بیماران و تماس‌های آنان جمع‌آوری کرد. اطلاعات مربوط به ردیابی بیماری گزارش شده توسط کشورهای عضو WHO، مطالعات موجود در زمینه انتقال بیماری و اطلاعات یک مطالعه مرور نظامند در دست چاپ نشان می‌دهد که افراد بدون علائم بیماری احتمالاً ویروس را نسبت به افرادی که علائم بیماری دارند، کمتر منتقل می‌کنند (۸۵، ۸۴، ۸۱، ۱۰). چهار مطالعه از برونی، گوانگژو چین، تایوان چین و جمهوری کره نشان داد که بین ۰ تا ۲/۲ درصد از افراد مبتلا به عفونت بدون علامت، دیگران را آلوده و بیمار می‌کند، در مقابل افراد مبتلا با علائم بیماری ۰/۸ تا ۱۵/۴ درصد از افراد سالم را مبتلا خواهند کرد (۸۷، ۸۶، ۷۲، ۱۰).

داده‌های اولیه از چین حاکی از آن است که افراد بدون علائم بیماری می‌توانند دیگران را آلوده کنند (۶). برای درک بهتر نقش انتقال از افراد آلوده بدون علائم، مهم است که بین انتقال از افراد آلوده که هرگز علائمی بروز نمی‌دهند، (انتقال بدون علامت) و انتقال از افرادی که آلوده هستند اما هنوز علائمی نشان نداده‌اند (انتقال پیش از بروز علائم) تمایز قائل شویم (۷۵). این تمایز به منظور تدوین استراتژی‌های بهداشت عمومی برای کنترل انتقال بیماری اهمیت دارد.

میزان گسترش و شیوع بیماری بدون علامت در جامعه ناشناخته است. نسبت افراد بیمار بدون علائم بالینی احتمالاً تحت تاثیر سن متفاوت است. بطوریکه به دلیل افزایش شیوع بیماری‌های زمینه‌ای در گروه‌های سنی بالاتر، در نتیجه افزایش خطر ابتلا به بیماری با درجه شدیدتری را بدن‌بال خواهد داشت و مطالعاتی که نشان می‌دهند که کودکان نسبت به بزرگسالان از نظر بالینی علائم کمتری را نشان می‌دهند (۷۶). مطالعات اخیر در ایالات متحده (۷۷) و چین (۷۸) گزارش داده‌اند که بسیاری از بیماران براساس عدم وجود علائم در زمان آزمایش، بدون علامت بودند. با این حال، ۷۵-۱۰۰ درصد از این افراد بعداً علائم بیماری را نشان داده‌اند. اخیراً یک مطالعه مرور نظام‌مند تخمین زده است که نسبت موارد واقعاً بدون علامت از ۶ درصد تا ۴۱ درصد متغیر است و با یک تخمین ادغام شده (pooled estimate) این عدد ۱۶ درصد (۲۰ درصد-۱۲ درصد) است (۷۹). با این وجود، تمام مطالعات موجود در این بررسی سیستماتیک دارای محدودیتهای مهمی هستند (۷۹). بعنوان مثال، بعضی از مطالعات به روشنی توضیح ندادند که چگونه اشخاص بدون علامت را در زمان آزمایش تا بروز علائم مشخص دنبال کرده‌اند، برخی مطالعات دیگر در تعریف "بیماران بدون علامت" بجای در نظر گرفتن افراد بدون هیچگونه نشانه‌های بیماری، بطور مشخص افراد بدون علائم تب یا مشکلات تنفسی را در نظر گرفته‌اند (۸۰، ۷۶).



پرسش‌های باقی مانده مربوط به انتقال

بسیاری از سوالات بی پاسخ در مورد انتقال کووید-۱۹ باقی مانده است، و تحقیقات به دنبال پاسخ به این سوالات در حال انجام است و مورد تشویق قرار می‌گیرد. شواهد موجود نشان می‌دهد که کووید-۱۹ در درجه اول از طریق قطره‌های تنفسی و مسیرهای تماس بین افراد منتقل می‌شود، اگرچه تولید آئروسول ناشی از فعالیت‌های درمانی بیماران مبتلا در برخی مکان‌های درمانی نیز یکی دیگر از روش‌های انتقال است، و اینگونه انتقال COVID-19 از طریق تماس نزدیک افراد با علائم اولیه یا کامل بیماری با سایر افراد (تماس مستقیم فیزیکی یا چهره به چهره با بیماران مشکوک یا تأیید شده در فاصله یک متر و برای مدت زمان طولانی)، در صورت عدم استفاده از وسایل حفاظت شخصی مناسب رخ خواهد داد. انتقال بیماری همچنین می‌تواند از طرف افراد آلوده ولی کاملاً بدون علامت رخ دهد، اما میزان وقوع و شیوع آن کاملاً درک نشده است و نیاز به تحقیقات بیشتر به عنوان اولویت فوری دارد. نقش و میزان انتقال بیماری از طریق هوا در خارج از مراکز پزشکی، به ویژه در مکان‌های با فاصله اجتماعی نزدیک و صمیمی و تهویه ضعیف، همچنین نیاز به مطالعه بیشتری دارد.

با ادامه پژوهش‌ها، انتظار داریم درک بهتری از اهمیت نسبی روش‌های مختلف انتقال شامل قطره‌ها، تماس فیزیکی، سطوح (فومیت) آلوده؛ نقش انتقال هوابرد در غیاب پروسه‌های تولید آئروسول، دوز مورد نیاز برای انتقال ویروس، ویژگی‌های مردم و موقعیت‌هایی که باعث ابر گسترش (superspreading) می‌شوند؛ (مانند شرایط محیط‌های بسته)، نسبت افرادی که طی دوره عفونت خود بدون علامت باقی می‌مانند، نسبت افراد واقعا بدون علامت که ویروس را به دیگران منتقل می‌کنند، عوامل ویژه ای که باعث انتقال بی علامت یا پیش از بروز علائم می‌شوند و نیز نسبت تمام عفونت‌هایی که از افراد بدون علامت و یا پیش از بروز علامت منتقل شده‌اند، داشته باشیم.

اقدامات پیشگیری از انتقال بیماری

درک چگونگی، زمان و موقعیت‌هایی که افراد آلوده شده ویروس را انتقال می‌دهند برای ایجاد و اجرای روش‌های کنترل و شکستن زنجیره انتقال مهم است. اگرچه در حال حاضر مطالعات زیادی در دسترس می‌باشد، کلیه مطالعاتی که انتقال را مورد بررسی قرار می‌دهند باید با در نظر گرفتن شرایط موجود و محیطی که در آن مطالعات صورت گرفته است مانند، مداخلات پیشگیری از عفونت در محل، دقت روش‌های استفاده در مطالعه و همچنین محدودیت‌ها و دیدگاه‌های موجود در زمان طراحی مطالعه، مشاهدات خود را بیان و تفسیر نمایند.

شواهد و تجربیات موجود نشان می‌دهد که محدود کردن تماس نزدیک بین افراد آلوده و سایر افراد، پایه اصلی شکستن زنجیره انتقال ویروسی است که عامل ایجاد COVID-19 می‌شود. جلوگیری از انتقال را به بهترین وجه با شناسایی هرچه سریعتر موارد مشکوک، آزمایش و جدا کردن افراد عفونی می‌توان بدست آورد (۸۹، ۸۸). علاوه بر این، شناسایی افراد در تماس نزدیک با بیمار (۸۸)، بسیار حیاتی است تا بتوان با قرنطینه کردن آنها (۹۰) و همچنین شکستن زنجیره انتقال از روند روبه جلو شیوع بیماری جلوگیری کرد. در واقع با قرنطینه کردن افراد در تماس نزدیک با فرد بیمار، از فرصت اینکه فرد دوم قبل از بروز علائم و یا شروع تکثیر ویروس در صورت آلوده شدن، شروع به پخش ویروس کند از گسترش این روند جلوگیری کند. دوره کمون کوید-۱۹ که از زمان در معرض ویروس قرار گرفتن و تا بروز بیماری را شامل می‌شود، بطور میانگین ۵-۶ روز می‌باشد که می‌تواند تا ۱۴ روز هم به طول بکشد (۹۱، ۸۲). بنابراین دوران قرنطینه بایستی از آخرین تماس با فرد تأیید شده به ویروس به مدت ۱۴ روز بطول بیانجامد. اگر این امکان وجود نداشته باشد که در یک مکان جداگانه قرنطینه انجام شود، نیاز هست فرد به

سایر بیماران با استفاده از رویکردی که توسط ارزیابی ریسک انجام می شود، توصیه می کند (۹۴). بطوریکه این توصیه ها با سایر رهنمودهای ملی و بین المللی، از جمله مواردی که توسط انجمن پزشکی مراقبت های ویژه اروپا و انجمن مراقبت های ویژه (۹۵) و انجمن بیماری های عفونی آمریکا (۹۶) تهیه شده است، همگام می باشد.

علاوه بر این، در مناطقی که امکان انتقال COVID-19 ناشی از اجتماعات وجود دارد، WHO توصیه می کند که کارکنان بهداشتی و مراقبان مشغول به کار در بخش های بالینی، به طور مداوم در تمام فعالیت های روزمره در کل شیفت کاری، ماسک پزشکی بپوشند (۱۲). در مکان هایی که امکان ایجاد قطرک های هوابرد وجود دارد افراد بایستی ماسک های تنفسی FFP2، N95 و FFP3 را استفاده کنند. کشورها و سازمانهای دیگر، از جمله مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری های ایالات متحده (۹۷) و مرکز پیشگیری و کنترل بیماری های اروپا (۹۸) اقدامات احتیاطی لازم جهت جلوگیری از انتشار ناشی از هوا را برای هر موقعیتی که شامل مراقبت از بیماران مبتلا به COVID-19 باشد، توصیه می کنند. با این حال، آنها همچنین در صورت کمبود ماسک های تنفسی FFP2، N95 و FFP3، استفاده از ماسک های پزشکی را گزینه مناسبی می دانند.

راهنمای جامع سازمان بهداشت جهانی همچنین بر اهمیت کنترل های اداری و مهندسی در زمینه مراقبت های بهداشتی، و همچنین استفاده منطقی و مناسب از کلیه تجهیزات محافظت شخصی و آموزش کارمندان در این خصوص (IPC for Novel Coronavirus [COVID-19] Geneva; World Health Organization 2020, available at (<https://openwho.org/courses/COVID-19-IPC-EN>) تاکید دارد (۹۹). سازمان بهداشت جهانی همچنین در حال آماده سازی راهنمای جامعی در مورد مکان های کاری ایمن می باشد (۹۲).

مدت ۱۴ روز خود را در محل زندگی خویش قرنطینه کند: که در این دوران نیاز هست با حفظ فاصله فیزیکی برای جلوگیری از شیوع بیماری نیازهای اولیه و حمایت های لازم را از بیمار انجام داد.

با این دانسته که افراد بدون علامت قادر به انتقال ویروس می باشند، بنظر عاقلانه می آید که استفاده از ماسک های صورت فابریک در مکان های عمومی، جائیکه در آن انتقال اجتماعی وجود دارد و در جاهایی که سایر اقدامات پیشگیری، مانند فاصله فیزیکی امکانپذیر نیست، تشویق گردد (۱۲). در صورتی که ماسک های فابریک، به درستی ساخته و پوشیده شوند، می توانند به عنوان سدی در برابر قطرک های رها شده از فرد استفاده کننده از ماسک به هوا و محیط اطراف عمل کند (۱۲). با این حال، استفاده از ماسک ها تنها به عنوان بخشی از یک بسته جامع از اقدامات پیشگیرانه که شامل بهداشت مکرر دست ها، رعایت فاصله اجتماعی در حد ممکن، آداب تنفسی، تمیز و ضد عفونی کردن محیط، می باشد. اقدامات احتیاطی توصیه شده همچنین شامل اجتناب از تجمع های شلوغ داخل خانه تا حد امکان، به ویژه در مواردی که فاصله فیزیکی امکان پذیر نباشد، و همچنین اطمینان از تهویه مناسب محیط در مکان های بسته می باشد (۹۳، ۹۲).

در مراکز مراقبت های درمانی، از جمله مکان های مراقبت طولانی مدت، بر اساس شواهد و توصیه های COVID-19 IPC GDG، سازمان بهداشت جهانی همچنان به توصیه های ایمنی خود برای احتیاط از تماس با قطرک های کوچک در زمان مراقبت از افراد مبتلا به کوید-۱۹ و اقدامات محتاطانه از قطرک های هوابرد که در زمان و مکان انجام احیای تنفسی ایجاد می شوند، تاکید میکند. WHO همچنین به اقدامات احتیاطی استاندارد یا مبتنی بر انتقال را برای

خلاصه ای از نکات کلیدی

یافته های اصلی

- درک چگونگی، زمان و شرایط گسترش کووید-۱۹ بین مردم برای ایجاد اقدامات مؤثر در بهداشت عمومی و پیشگیری از عفونت به منظور شکستن زنجیره های انتقال بسیار مهم است.
- شواهد موجود نشان می دهد که انتقال کووید-۱۹ در درجه اول بین افراد از طریق تماس مستقیم، و سپس غیرمستقیم یا نزدیک با افراد آلوده از طریق ترشحات آلوده مانند بزاق و ترشحات تنفسی یا از طریق خروج قطرک های تنفسی فرد آلوده در هنگام سرفه، عطسه، صحبت یا آواز خواندن اتفاق می افتد.
- انتقال ویروس از طریق هوا می تواند در تجهیزات مراقبت های بهداشتی - درمانی، جاییکه از روشهای پزشکی خاص، به نام روشهای تولید آئروسول، قطرک های بسیار کوچکی به نام آئروسول ایجاد می کنند، اتفاق بیفتد. برخی از گزارش ها احتمال انتقال آئروسول را به همراه قطرک ها در فضاهای شلوغ داخلی به عنوان مثال، در حین اجرای سرود(کر)، در رستوران ها یا کلاس های بدنسازی مطرح کرده اند.
- قطرک های تنفسی منتشر شده از افراد آلوده می توانند روی اجسام فرود آمده و فومیت (سطوح) آلوده ایجاد کنند. از آنجایی که آلودگی های زیست محیطی توسط گزارش های زیادی ثبت شده است، احتمال دارد که افراد از طریق لمس این سطوح و سپس لمس کردن چشم، بینی یا دهان قبل از تمیز کردن دست خود، به بیماری مبتلا گردند.
- بر اساس آنچه در حال حاضر می دانیم، انتقال COVID-19 در درجه اول توسط افراد با علائم مشخص بیماری اتفاق می افتد، همچنین انتقال می تواند درست قبل از بروز علائم، در صورتیکه آنها برای مدت طولانی در نزدیکی دیگران باشند، رخ دهد. اگرچه هنوز مشخص نیست که تا چه اندازه انتقال ویروس از طریق افراد بیماری که هرگز علائم بیماری را بروز نداده اند به دیگران میسر است و نیاز است در این زمینه تحقیقات بیشتری انجام شود.
- پژوهش های فوری با کیفیت بالا برای مشخص شدن موارد زیر مورد نیاز است؛ اهمیت نسبی مسیرهای انتقال مختلف؛ نقش هوا در انتقال ویروس در غیاب مراحل تولید آئروسول؛ دوز مورد نیاز ویروس برای انتقال؛ شرایط و عوامل خطر برای وقوع همه گیری بسیار گسترده؛ و میزان انتقال از طریق افراد بدون علامت و دارای علائم اولیه.

چگونه از انتقال پیشگیری کنیم؟

هدف فراگیر برنامه پرسش و پاسخ استراتژیک برای COVID-19 (۱)، کنترل COVID-19 از طریق مهار انتقال ویروس و جلوگیری از بیماری و مرگ مرتبط با آن است. بر اساس آخرین یافته ها، ویروس در درجه اول از طریق تماس و قطره های تنفسی منتشر می شود. در بعضی شرایط انتقال از طریق هوا ممکن است رخ دهد (مانند وقتی که مراحل تولید آئروسول در مراکز مراقبت های بهداشتی - درمانی انجام می شود، یا بطور بلقوه در محیط های شلوغ با تهویه ضعیف). برای بررسی چنین مواردی و ارزیابی نقش موثر آنها در انتقال COVID-19، مطالعات بیشتری لازم است.

برای پیشگیری از انتقال، WHO مجموعه ای کامل از اقدامات را توصیه می کند از جمله:

- شناسایی بیماران مشکوک در اسرع وقت، آزمایش و جداسازی کلیه موارد (افراد آلوده) در محل هایی با امکانات مناسب.
- شناسایی و قرنطینه کردن تمام افراد در تماس نزدیک با افراد عفونت یافته و آزمایش کردن افراد با علائم پیشرونده بیماری و در صورت آلوده بودن و نیاز به مراقبت آنها از سایرین جدا شوند.
- از ماسک های پارچه ای در موقعیت های خاص استفاده کنید، به عنوان مثال در مکان های عمومی که ازدحام وجود دارد و سایر اقدامات پیشگیری مانند حفظ فاصله اجتماعی امکان پذیر نیست.
- بکارگیری اقدامات احتیاطی مربوط به تماس و قطره ها توسط کارکنان بهداشتی که از بیماران COVID-19 مشکوک و تأیید شده مراقبت می کنند، و هنگام انجام مراحل درمانی منجر به تولید آئروسول، از اقدامات احتیاطی مربوط به انتقال هوا برد استفاده نمایند.
- استفاده مداوم از ماسک پزشکی توسط کارکنان بهداشتی و درمانی شاغل در کلیه مناطق کلینیکی، در طی کلیه فعالیتهای روزمره در کل شیفت کاری؛
- در هر زمانی، بهداشت مکرر دست، حفظ فاصله اجتماعی از دیگران در صورت امکان و حفظ قوانین تنفسی. دوری از مکانهای شلوغ، مکان ها با ارتباط نزدیک و صمیمی و فضای محصور با تهویه ضعیف. برای محافظت از دیگران ماسک پارچه ای را در فضای بسته و پر ازدحام بپوشید. و از تهویه مناسب محیطی در کلیه محیط های بسته و تمیز کردن مناسب و ضد عفونی محیط اطمینان حاصل نمایید.
- WHO شواهد موجود در مورد این موضوع مهم را با دقت کنترل می کند و با دسترسی به اطلاعات بیشتر، این چکیده علمی را به روز خواهد کرد.

منابع

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:(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 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. Advice on the use of masks in the context of COVID-19. Interim guidance. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at [https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak)).
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 کووید-۱۹ : 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 -کووید-19 transmission. *Proc Ntl 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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. -کووید-19 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 -کووید-19 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 -کووید-19 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 کووید-۱۹ 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 -19 کووید . *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 -19 کووید . *Nature.* 2020:1-6.
59. Newman A. First Reported Cases of -19 کووید 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. Criteria for releasing COVID-19 patients from isolation Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/criteria-for-releasing-covid-19-patients-from-isolation>)
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. -19 کووید 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 -19 کووید : 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;ciaa351.
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 -19 کووید Infections and Transmission in a Skilled Nursing Facility. *New Engl J Med.* 2020;382(22):2081-90.
- 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 -19 کووید - 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;ciaa316.

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 -19 کووید infections in residents of a long-term care skilled nursing facility—King County, Washington, March 2020. *MMWR Surveill Summ.* 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 -19 کووید 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 -19 کووید infected individuals outside of Wuhan, China. *Clin Infect Dis.* 2020;ciaa629.

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 -19 کووید , 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 -19 کووید 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 -19 کووید 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. -19 کووید 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. Global surveillance for COVID-19 caused by human infection with COVID-19 virus: interim guidance, 20 March 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at <https://www.who.int/publications/i/item/global-surveillance-for-covid-19-caused-by-human>

infection-with-covid-19-virus-interim-guidance).

90. Considerations for quarantine of individuals in the context of containment for coronavirus disease (COVID-19): interim guidance, 19 March 2020. Geneva: World Health Organization; 2020 (available at [https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-in-the-context-of-containment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-in-the-context-of-containment-for-coronavirus-disease-(covid-19))).

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.

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>).

95. Alhazzani W, Møller 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)).

کتابچه حاضر توسط مؤسسه ملی تحقیقات سلامت جمهوری اسلامی ایران، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و انجمن علمی بهداشت محیط ایران تهیه شده است.

مؤسسه ملی تحقیقات سلامت جمهوری اسلامی ایران، سازمانی است که برای دیده‌بانی وضعیت سلامت، تولید و ترویج به‌کارگیری شواهد علمی مورد نیاز برنامه‌ریزان و سیاستگذاران سلامت در سطح ملی ایجاد شده است.

تمرکز اصلی فعالیت‌های مؤسسه بر روی نتایج و پیامدهای اقدامات و مداخلات انجام شده در حوزه سلامت است.

مؤسسه ملی تحقیقات سلامت جمهوری اسلامی ایران در تلاش است با عمل به رسالت خود به‌عنوان دیده‌بان سلامت کشور با استفاده از همه توان دانشی داخل کشور و به‌کارگیری ظرفیت‌های بین‌المللی، ضمن پیش‌بینی روندها و رصد شاخص‌های نظام سلامت؛ با استفاده از تجربیات سایر نظام‌های سلامت، مداخلات مؤثر برای اصلاحات در نظام سلامت را طراحی و توصیه کند و در صورت اجرای آنها به ارزیابی و پایش مداخلات می‌پردازد. از سویی به‌عنوان مرجع و مشاور تأمین شواهد علمی تصمیم‌گیران سلامت در کشور و دیده‌بانی منطقه شناخته شده و از این طریق مجریان و متولیان حوزه سلامت را در دستیابی به جامعه سالم یاری می‌کند.

پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران، با هدف تولید، توسعه و ارتقای دانش و فناوری در عرصه محیط زیست و اثرات سلامتی عوامل محیطی در کشور از سال ۱۳۸۹ با اجرای طرح‌های پژوهشی متعدد و با بهره‌گیری از اعضای هیأت علمی و کارشناسان توانمند تأسیس و در حال فعالیت است. این مجموعه به‌عنوان اولین پژوهشکده تخصصی بهداشت محیط و محیط زیست در حوزه سلامت جمهوری اسلامی ایران در زمینه‌های ذکر شده می‌باشد.

پژوهشکده محیط زیست
دانشگاه علوم پزشکی تهران



تهران، خیابان انقلاب، خیابان کارگر شمالی، نرسیده
به بلوار کشاورز، پلاک ۱۵۴۷، مجتمع مراکز
تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی تهران، طبقه ۸

iertums.ac.ir

مؤسسه ملی تحقیقات سلامت
جمهوری اسلامی ایران



تهران، بلوار کشاورز، خیابان
وصال شیرازی، خیابان بزرگمهر
شرقی، پلاک ۷۰

nihr.tums.ac.ir