



Vías de transmisión del SARS-CoV-2

Aldo A. Sigler Villanueva ^{1*} <http://orcid.org/0000-0002-9978-8349X>

¹Hospital General Provincial Docente Antonio Luaces Iraola. Ciego de Ávila, Cuba

*Autor para la correspondencia: asigler@infomed.sld.cu

Palabras clave

SARS-CoV-2; COVID-19; transmisión aérea; aires acondicionados

RESUMEN

La epidemia del SARS-CoV-2 fue descubierta en diciembre 2019, en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China. Sus tipos de transmisión son el contacto directo con la persona infectada, contacto indirecto a través de objetos intermediarios por la vía de las manos y de los fómites y el transporte de gotitas cargadas de virus en el aire. Las rutas que permiten su alta transmisibilidad están sujetas a una considerable discusión incluyendo la contribución del aerosol en su transmisión. En los hospitales los aerosoles se forman al realizar procedimientos terapéuticos, diagnósticos o quirúrgicos. La vida media del virus es alrededor de 1,1 h a 1,2 h. Puede permanecer estable en plásticos, cobre, acero y cartones de 7 h a 72 h. La inhalación de las gotitas suspendidas en el aire es probablemente la tercera ruta de infección. Lavado de las manos, uso de mascarilla y mantener el distanciamiento son las medidas de prevención fundamentales.

SARS-CoV-2 transmission routes

ABSTRACT

The SARS-CoV-2 epidemic was discovered in December 2019, in the city of Wuhan, Hubei province, China. Its types of transmission are direct contact with the infected person, indirect contact through intermediary objects via the hands and fomites, and the transport of virus-laden droplets in the air. The routes that make its high transmissibility possible are subject to considerable discussion, including the contribution of the aerosol to its transmission. In hospitals, aerosols are formed when performing therapeutic, diagnostic or surgical procedures. The half-life of the virus is around 1,1 to 1,2 h. It can remain stable on plastics, copper, steel and cardboard for 7 to 72 h. Inhalation of airborne droplets is probably the third route of infection. Hand washing, using a mask and keeping your distance are the fundamental prevention measures.

Keywords

SARS-CoV-2; COVID-19; airborne transmission; air conditioning



INTRODUCCIÓN

El inicio en China de la epidemia del síndrome respiratorio agudo grave, SARS (*severe acute respiratory syndrome*), causado por un coronavirus asociado al SARS (SARS-CoV-1 o SARS-CoV-1), ocurrió a finales del 2002, siendo una de las más devastadoras de la historia contemporánea infectando a más de 8000 personas con un 10 % de letalidad, 10 años después surge en Arabia Saudita en 2012, el síndrome respiratorio del oriente medio, MERS (Middle East respiratory syndrome), ocasionado por el MERS-CoV, resultando en una epidemia persistente de la península arábiga con una diseminación esporádica al resto del mundo. En 2019 un nuevo HCoV (*Human coronavirus*, 2019-nCoV), fue rebautizado por el grupo de estudio del coronavirus del Comité Internacional de Taxonomía y Virus como SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) el cual es el agente causante de la pandemia actual del coronavirus 2019 o COVID-19 (*Coronavirus Disease-2019*)^(1,2).

Este nuevo coronavirus fue descubierto en diciembre 2019, en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China, y fue clasificado como SARS-CoV-2. Es uno de los 7 coronavirus humanos, HCoV (*Human coronavirus*), identificados hasta el presente. El 229E, HKU1, OC43 y el NL63, tienen baja patogenicidad y ocasionan un resfriado común. Los otros son el SARS-CoV-1 del 2002 y el MERS-CoV del 2012, que pueden causar una neumonía fatal. El SARS-CoV-2 está asociado con una transmisión persona a persona⁽³⁾.

Este nuevo coronavirus surgió en un mercado en Wuhan, de venta de pescado, mariscos, carnes, animales de vida salvaje y otras especies. La epidemia se expandió no solo a países asiáticos vecinos sino a otros continentes, la alarma epidemiológica sonó de inmediato y en la actualidad tenemos la pandemia del SARS-CoV-2^(1,2).

La expansión de esta enfermedad es semejante a la pandemia de la llamada "gripe española" de inicios del siglo XX, ocurrida entre de 1918 a 1919 en la que se contagió la tercera parte de la población mundial⁽⁴⁾.

Las variaciones en la severidad del COVID-19 pueden ser clasificadas como: asintomática, sintomática, pero sin necesidad de hospitalización y sintomáticas severa que requiere su hospitalización urgente⁽⁵⁾.

Para tener el conocimiento de la forma que se transmite el SARS-CoV-2 es necesario conocer detalladamente cuales son los mecanismos de que se valen las partículas virales infecciosas para llegar a un individuo sano y le cause la enfermedad.

Por otra parte, el aire acondicionado y su relación con la diseminación de otros agentes infecciosos se ha demostrado por numerosas investigaciones efectuadas a través de los

años, actualmente se ha explicado su importancia en la diseminación del SARS-CoV-2 en espacios cerrados como se informa más adelante en este texto.

Entre los objetivos de este trabajo se encuentra determinar, mediante el análisis de las publicaciones efectuadas, lo más actual en lo concerniente con las formas de transmisión del virus SARS-CoV-2 y la relación de los equipos acondicionadores de aire en su propagación.

MÉTODOS

Durante la revisión de artículos científicos biomédicos de habla inglesa relacionados con la pandemia de la COVID-19 nos encontramos con vocablos referentes a los productos mucoacuosos de las vías aéreas respiratorias expelidos en su salida nasobucal relacionados a su dimensión, dispersión en el exterior, distancia que recorren y demás aspectos. Estos términos los tratamos de definir con claridad en el texto, para lo cual nos apoyamos en la consideración de trabajos publicados en habla hispana de diferentes bases de datos para determinar su significado e interpretación. Es de señalar que muchos de esos artículos están realizados por matemáticos, especialistas en medioambiente, control y calidad del aire.

Se consideró necesario el artículo científico de la M. Sc. Hernández de la Rosa (2020)⁽⁶⁾ "Terminología y escritura en tiempos de COVID-19", en el cual plantea como "una avalancha" de nuevos términos y otros de uso no muy frecuentes los que comenzaron a circular en la comunidad médica con el inicio de la pandemia de COVID-19, y expone que la Real Academia Española refiere en su plataforma *on-line* que las situaciones excepcionales generan palabras nuevas que han entrado en nuestra conversación diaria⁽⁶⁾.

Se examinaron artículos de las bases de datos Pubmed/Medline, Lilacs, Springer, BVS, Infomed, Elsevier y ClinicalKey. Se consideraron como palabras clave en la búsqueda: SARS-CoV-2, COVID-19, transmisión aérea, aerosol, aires acondicionados, fómites, *airborn transmission*, *air conditioning*, *nuclei droplets*, *large droplets*, *small droplets*, *fomites*.

Se realizaron consultas con:

- Edición impresa del Webster's Dictionary. Seventh New Collegiate (Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, 1983). Las ediciones en línea del Webster's Seventh New Collegiate Dictionary: <https://www.merriam-webster.com/> y <https://www.webster-dictionary.org/definition>
- Cambridge Dictionary (<http://dictionary.cambridge.org>)
- Traductor de DeepL (<https://www.deepl.com/es/translator>).

- Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas. Tomado de la undécima edición española. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de La Habana, 1984.
- Consultas con la Real Academia Española (RAE). Diccionario de la Lengua Española en línea (<https://www.rae.es/>); Diccionario Panhispánico de Dudas (DPD) (<https://rae.es/dpd/>).
- Fundación del Español Urgente. Fundéu-RAE (consultas) (<https://www.fundeu.es/>)-Fundeu BBVA.

DESARROLLO

Las gotitas de Flügge fueron descritas a finales de la década de 1890 por el bacteriólogo e higienista alemán Carl Flügge (1847-1923), quien demostró que aún durante el “discurso tranquilo” se rocían gotitas respiratorias en el aire, demostró mediante cultivos, el transporte de bacterias en ellas y provocó que el cirujano polaco Johan Mikulicz-Radecki (1850-1905) jefe del departamento de cirugía de la Universidad de Breslau (actualmente Wrocław, Polonia) promocionara el uso quirúrgico de máscaras de gasa en 1897. Ha sufrido la denominación de microgotas de Flügge como epónimo por el científico que las describió por primera vez⁽⁷⁾.

El ingeniero sanitario William Firth Wells (Boston, 1887) en la Universidad de Harvard entre 1930 y 1937 y en la Universidad de Pensilvania de 1937 a 1944 realizó una serie de estudios referentes a la difusión aérea de las infecciones y su mecanismo. En 1955 publica su investigación: “Contagio aéreo e higiene del aire: Un estudio ecológico de infección por gotitas”, donde plantea la existencia de residuos secos aéreos de las goticas grandes exhaladas por la respiración a las que denomina núcleos de goticas (*droplet nuclei*)⁽⁸⁾.

Estos primeros estudios eran muy limitados debido a que los instrumentos empleados eran insensibles a los pequeños tamaños. Investigaciones actuales muestran que alrededor del 80 % y el 90 % de las partículas generadas por la exhalación humana son más pequeñas que 1 μm , aunque el exacto tamaño de las goticas producidas está en debate, pero son en cantidad suficiente para permanecer en el aire.⁽⁹⁾

Más actualmente Stadnytskyi (2020)¹⁰ plantea que una vez en el aire, las gotas generadas por el habla se deshidratan rápidamente debido a la evaporación, por lo que disminuyen de tamaño y ralentizan su caída, que son los “núcleos de goticas” (*droplet nuclei*) a los que se refería Wells.

Distancia que viajan

Algunas de las goticas grandes exhaladas son visibles y caen al piso rápidamente muy cercanas a la fuente de emisión. Las goticas pequeñas se secan en las corrientes de aire y pueden permanecer suspendidas de minutos a h y viajar a

distancias alejadas de la fuente de emisión. Al entrar en contacto con el aire su concentración disminuye de tamaño (primero las grandes, después las pequeñas) y se combinan con las que han quedado remanentes en suspensión, incrementan su potencial infeccioso y tendrán la capacidad de transmisión aérea.

Esta vía de transmisión es eficiente para el *Mycobacterium tuberculosis*, rubeola, sarampión y la varicela-zoster. Aunque estas infecciones se transmiten por contacto cercano, ellas son también eficaces a distancias alejadas (más de 6 pies) y durante un tiempo prolongado, por ejemplo, cuando una persona pasa a través de un lugar donde la persona contagiada estuvo minutos u h previamente⁽¹¹⁾.

Tipos de transmisión

El contacto directo con la persona infectada, contacto indirecto a través de objetos intermediarios, primariamente por la vía de las manos y de los fómites y por goticas cargadas de virus en el aire⁽¹²⁾.

La transmisión del SARS-CoV-2 es muy elevada y existen grandes variaciones en lo relativo a la severidad de la enfermedad, lo cual puede deberse a un posible componente genético en la respuesta al virus. Las rutas que permiten su alta transmisibilidad están sujetas a una considerable discusión incluyendo la contribución del aerosol en su transmisión. Similar a lo que se conoce acerca de la influenza A y B, MERS-CoV y el SARS-CoV-1, los virus contenidos en las goticas y aerosoles permiten un corto rango de transmisión aérea aproximadamente 6 pies. Los aerosoles menor que 10 μm de diámetro y goticas mayor que 10 μm de diámetro pueden promover la infección por la deposición en las superficies y subsiguiente transferencia manos/boca/nariz/ojo y por inhalación.

La inhalación aérea del SARS-CoV-2 tiende a ser la forma más relevante de infección con un rango de extensión de esta transmisión por aerosol mayor de 6 pies de distancia para provocar infección en un individuo⁽⁵⁾.

Aerosol

Los aerosoles de gotitas se liberan durante el hablar, toser, estornudar, vomitar o por las heces al descargar el inodoro. El grado de peligro de contaminación viral en interiores está controlado por un número de factores: el tipo de virus, modo de salida del cuerpo, niveles de concentración, tamaño y distribución del aerosol expelido conteniendo el virus, características físicas del medioambiente: temperatura, humedad, oxigenación, luz ultravioleta, medio de suspensión, patrones de circulación del aire tales como sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación⁽¹²⁾.

El aerosol es a menudo dividido en goticas pequeñas y goticas grandes, pero muchos investigadores reservan el tér-

mino de "aerosol" a las góticas pequeñas. Las goticas grandes caen al suelo antes de evaporarse causando contaminación local. La transmisión de la enfermedad por estas goticas grandes es al referido frecuentemente como contacto por difusión, donde la transmisión ocurre al tocar una superficie contaminada por estas goticas o que el sujeto quede atrapado dentro de la zona donde el paciente tosió. Los aerosoles son tan pequeños que flotan en el aire y vencen la fuerza de gravedad permitiéndose estar suspendidos en el aire por largos periodos de tiempo que al evaporarse antes de caer al suelo dejan la partícula sólida libre flotando en el aire lo que le permite recorrer largas distancias en las corrientes de aire, causando lo que llamamos transmisión aérea⁽⁹⁾.

La atomización, es el proceso de producción de goticas o aerosoles dispersos en una fase líquida o en un gas. Además de la actividad espiratoria humana, el vómito en un individuo infectado puede despedir 10^7 partículas virales por ml de vómito⁽¹²⁾.

La aerosolización del virus puede ser generada por procedimientos respiratorios y quirúrgicos. La vida media del virus es alrededor de 1,1 h a 1,2 h y puede mantenerse viable en forma de aerosol por 3 h. Puede permanecer estable en plásticos, cobre, acero y cartones de 7 h a 72 h. El aerosol y los fómites difunden el SARS-CoV-2⁽³⁾.

En los hospitales los aerosoles se forman al realizar procedimientos terapéuticos diagnósticos como la intubación endotraqueal, broncoscopia, aspiración de secreciones, nebulizaciones, ventilación manual, desconexión de ventilador mecánico, ventilación no invasiva a presión positiva, traqueotomía y reanimación cardiovascular⁽¹³⁾.

Difusión viral por las heces

La transmisión por aerosolización de las heces puede jugar un papel importante en la diseminación del SARS-CoV-2. Se reporta que el 53,4 % de 73 pacientes hospitalizados por COVID-19 tienen presencia del RNA del SARS-CoV-2 en sus análisis de heces fecales por 1 a 12 días⁽¹⁴⁾.

Un individuo infectado puede enviar 10^{12} partículas virales por gramo de heces. El principal mecanismo de atomización de las heces es la aerosolización de los inodoros, durante su descarga. Las goticas atomizadas pueden ser directamente inhaladas o depositadas en las superficies del baño contaminando posteriormente las manos⁽¹²⁾.

Transmisión aérea

Birnir (2020)¹⁴, utiliza un modelo matemático de flujo de aire turbulento para mostrar como el SARS-CoV-2 puede ser diseminado por una persona infectada al respirar. El modelo ejemplifica como la concentración del virus en la nube creada por la exhalación incrementa sus niveles infecciosos dentro

de un tiempo determinado en espacios confinados y con una recirculación de aire.

Plantea que en la transmisión del SARS-CoV-2 existen dos pasos, el primero es la transmisión lineal del contagio, en el cual la persona infectada es capaz de infectar mediante la exhalación de una nube de goticas/aerosol infecciosas al individuo que esta contigo. Se infectará un limitado número de personas. El paso dos o evento de superdifusión es la parte exponencial del contagio, que se verán afectados las personas que están alejadas del individuo enfermo y los son por la transportación por aire de goticas infecciosas en aerosoles.

Detección aérea del SARS-CoV-2

Las gotitas del aerosol depositadas en el piso y superficies se pueden resuspender por la actividad humana y estas partículas virales resuspendidas pueden incluirse en otros aerosoles dentro de un espacio ocupado por las personas⁽⁵⁾.

Generalmente el aerosol es un líquido o partículas sólidas suspendidas en el aire, puede ser visible como la niebla, pero más a menudo es invisible como el polvo o el polen. El estornudo produce más goticas que la tos y más número de partículas de diferentes diámetros también. El vómito puede esparcir millones de partículas virales por mililitro de vómito. En cada gramo de heces puede haber 100 millones de partículas virales, al descargar un inodoro resultará en una aerosolización, de esta forma se esparció el SARS en los apartamentos Amoy Garden de Hong-Kong en 2003⁽⁹⁾.

Recientes estudios en Wuhan, China; Singapur y Omaha (NE, USA) han informado de la detección del SARS-CoV-2 en muestras de aire en espacios interiores. Mediante el empleo del PCR-RT, fueron encontrados niveles de RNA viral en habitaciones de pacientes ingresados en hospitales con COVID-19. Además, el virus fue detectado en muestras del aire en habitaciones de sintomáticos, así como de asintomáticos. Se encontró que los niveles de SARS-CoV-2 en el aire decrecían a medida que la enfermedad progresaba en los pacientes. En el estudio de Wuhan los autores sugieren que además de la emisión directa, la resuspensión del virus derivado de las gotitas depositadas en el equipo de protección personal, EPP (*personal protection equipment*, PPE) de los trabajadores de la salud o en el piso fueron la fuente de los aerosoles de SARS-CoV-2. Esta transmisión por aerosol ha sido sugerida como algo adicional, sin embargo, es una vía importante basada en observaciones clínicas efectuada en espacios cerrados^(1,5,15).

Contagio

La inhalación de las gotitas suspendidas en el aire es probablemente la tercera ruta de infección, la que se adiciona a las reconocidas por goticas respiratorias grandes y el

contacto directo con personas infectadas o superficies contaminadas⁽¹⁶⁾.

Las características del aerosol generadas al toser o estornudar son dinámicas, disminuyen en tamaño debido a la pérdida de agua por evaporación en ambiente húmedo y temperatura estable. Al disminuir el tamaño del aerosol su habilidad para dispersarse en el aire mejora, por lo tanto, la inhalación del aerosol de SARS-CoV-2 es un modo relevante de infección viral con un rango de transmisión por aerosol de más de 6 pies del individuo afectado⁽⁵⁾.

La alta transmisibilidad del virus sugiere que una dosis baja es suficiente para infectar a un individuo. Pero aún no se ha realizado ningún estudio para conocer que dosis de SARS-CoV-2 es suficiente para infectar a un individuo. Investigaciones iniciales reportan un rango de niveles de exposición en hospitales, así como en espacios públicos. La combinación del uso de máscaras, mantener la distancia física, identificar las fuentes de emisión, prevenir la exposición a la inhalación y al vertimiento viral, controles del medio al mejorar la ventilación, utilizar equipos portátiles de filtración, además de otras tecnologías de inactivación de aerosoles, la limpieza de superficies para evitar la resuspensión viral y disminuir el tiempo de contacto con estos aerosoles potenciales son medidas efectivas para disminuir la exposición al virus presente en el aire y el riesgo de contagio⁽⁵⁾.

En general se conoce que una infección viral respiratoria se disemina por contacto directo como el tocar a la persona infectada o superficies y fómites que esta persona anteriormente tocó debido a que las grandes goticas espiradas por dicha persona han aterrizado allí y en esos lugares el virus permanecerá estable por días. Las goticas se depositan directamente por estar en la proximidad de la persona infectada, por lo tanto, el lavado frecuente de las manos y el mantenimiento de la distancia física de por lo menos un metro serán las principales medidas para evitar la infección⁽¹⁶⁾.

Inmediatamente después que las goticas son espiradas, el líquido contenido en ellas comienza a evaporarse y algunas serán tan pequeñas que son transportadas por las corrientes aéreas. Estas pequeñas gotitas transportando su carga viral serán libres de viajar decenas de metros desde su fuente de origen, término acuñado con anterioridad por Wells como núcleos de goticas⁽¹⁶⁾.

El aerosol y las goticas que producen las personas afectadas de COVID-19 están relacionados con la transmisión de persona a persona del SARS-CoV-2. Las gotas grandes se caen al suelo, las pequeñas se deshidratan y permanecen en el aire como núcleos y se comportan como aerosoles. Con el aumento de la temperatura durante el día y con el uso de ventiladores de techo o de pedestal que se usan en las salas

de los hospitales de la India se efectuó una expansión espacial de estas partículas y afectó a trabajadores de la salud y empleados que no estaban directamente involucrados en la atención a estos pacientes⁽¹⁷⁾.

Viabilidad del SARS-CoV-2

La premisa de una transmisión aérea viral es que el virus se mantenga viable en el aire. La viabilidad decrece a través del tiempo, es imprescindible tener en cuenta la proporción de inactivación que se produce bajo diferentes condiciones ambientales de temperatura y humedad. En análisis de laboratorio recientes el SARS-CoV-2 aerosolizado se mantiene viable por encima de aproximadamente 3 h cuando se analiza a una humedad relativa del 65 %. Estudios de inactivación sugieren que sobrevive en superficies y en el aire y aumenta cuando la humedad relativa está por debajo del 50 %⁽⁵⁾.

Aires acondicionados

En julio 1976 la Legión Americana celebró su Convención 58 en un Hotel de Philadelphia, Pennsylvania, EE. UU. Algunos de los participantes comenzaron a presentar fiebre, tos, dificultades respiratorias, dolor torácico, congestión pulmonar y neumonía. Se afectaron más de 130 personas y 25 murieron inicialmente. Las cifras totales fueron de 221 enfermos y 34 fallecidos. En la investigación que se realizó por el Dr. Joseph Mc Dade descubre en enero de 1977 una nueva bacteria. Fue llamada Legionella y la enfermedad, legionelosis o enfermedad del legionario. La dispersión de la bacteria pareció ser aérea. El bacilo de la legionelosis se había transmitido por el sistema de aire acondicionado, en las gotas de agua aerosolizadas⁽¹⁸⁾.

El descubrimiento de este germen y la enfermedad que provocaba fue un suceso precursor en lo relativo a la relación de los equipos de aire acondicionado con la difusión de enfermedades.

Birnir (2020)¹⁴, analiza tres brotes de COVID-19, el primero un contagio por SARS-CoV-2 ocurrido en un restaurant de Guangzhou, China, las personas que estaban directamente frente a la corriente del aire acondicionado se contagiaron, a pesar del hecho que su distancia en relación al paciente enfermo era mayor de 2 m. El caso de unos budistas laicos, que viajaban a una ceremonia en la provincia de Zhejiang, China, los aires acondicionados de ambos ómnibus estaban en calefacción y la ventilación en recirculación interna, de forma tal que no se tomaba aire del exterior a través del aire acondicionado, uno de los ómnibus tuvo 24 casos de contagios, fue un pasajero que se puso en contacto en la ceremonia con un enfermo de COVID-19. El tercer brote, en un Centro de Conferencias telefónicas en Seúl, Corea, la infección se diseminó

rápida por la corriente de aire manejada por los aires acondicionados.

El análisis y la comparación de estos tres brotes, lleva a la conclusión de que el coronavirus SARS-CoV-2 ataca en dos pasos: el primer paso es una propagación lineal entre individuos con un par de días de retraso. El segundo paso es una propagación exponencial favorecida por el sistema de aire acondicionado que afectó a un número mucho mayor de personas. Así, en el segundo paso, la ventilación se convierte en el superesparcidor⁽¹⁴⁾.

Prevención

Birnir⁽¹⁴⁾ sugiere el uso de máscara facial, practicar la distancia física y una ventilación de los espacios, las cuales serán medidas apropiadas para disminuir el contagio. Además, evitar la transmisión del virus por aerosoles y gotitas a través del sistema de aires acondicionados mediante el uso de filtros apropiados (MERV-13 y HEPA).

Las precauciones incluyen una proporción de ventilación natural adecuada, evitando la recirculación del aire, impedir la permanencia de una persona directamente en la corriente de aire, porque esa persona puede tener la enfermedad y diseminar el virus, además, minimizar el número de individuos que compartan el mismo medio. Los sistemas de salud de los hospitales deben proveer una adecuada ventilación como una medida de rutina, la cual debe maximizarse en asilos de ancianos, tiendas, oficinas y transportes públicos⁽¹⁹⁾.

Para la protección en interiores la mascarilla N95 es capaz de filtrar más del 99 % de los aerosoles suspendidos en el aire. Las mascarillas quirúrgicas lo hacen en aproximadamente el 75 %. La N95 filtra alrededor de aproximadamente el 70 % de los aerosoles generados por la tos entre 0,2 a 1 μm . Las mascarillas quirúrgicas y de tela lo hacen en aproximadamente el 50 % y aproximadamente el 90 % respectivamente de esta misma emisión. La eficiencia de la filtración varía de acuerdo al tipo de material, usando una capa simple de algodón, lino o seda se obtiene una baja proporción de capturar partículas submicrométricas (< 1 μm) provenientes de la emisión de aerosoles⁽⁵⁾.

Al ser la COVID-19 una enfermedad de nueva aparición al igual que el SARS-CoV-2 un virus nuevo de la familia de los coronavirus, la experiencia en su control, transmisión y tratamiento, eran elementos desconocidos que se han ido esclareciendo poco a poco con el paso de los meses y producto del fruto del esfuerzo de la comunidad científica internacional.

Prevalece la opinión de que en la prevención se encuentran factores tales como el mantenimiento de la distancia física y social, evitar los espacios cerrados, el uso de mascarillas faciales, nasobucos, evitar tocarse la cara, al toser llevarse

la curvatura del codo a la boca, una ventilación adecuada, la desinfección frecuente de superficies, evitar los viajes innecesarios y el lavado de las manos son medidas adecuadas en el control de la enfermedad. En el personal de atención a los enfermos en los hospitales se le agrega el uso correcto de los elementos de protección personal al personal de la salud y su desinfección, sumado con la asepsia frecuente de las superficies y entorno. Las medidas personales nos protegen y protegen a los demás. También, es imprescindible la identificación de los contactos de los enfermos y de pacientes asintomáticos y proceder a su apropiado tratamiento o al aislamiento de acuerdo a cada caso y cortar la cadena de transmisión para poder disminuir la posibilidad de contagio en espera de una vacuna eficaz.

Conclusiones

La tercera ruta de contagio propuesta del SARS-CoV-2 es un elemento a tomar en cuenta, ya que es evidente que se produce por vía aérea, por medio de los aerosoles infecciosos que alcanzarían su radio de acción más allá de los 6 metros de la fuente de emisión, lo que hace suponer que el distanciamiento propuesto no es del todo efectivo. La resuspensión de las partículas por la actividad del hombre es otro factor a tomar en cuenta. Los aires acondicionados con recirculación de aire en interiores y sin el mantenimiento adecuado de sus filtros, son potencialmente peligrosos de provocar eventos de brotes infecciosos de difusión del SARS-CoV-2. El uso del nasobuco, mascarilla facial apropiada, lavado de las manos frecuente, uso de soluciones capaces de eliminar el virus, evadir el contacto personal y los locales cerrados con aglomeración de personas, a lo que se le añade todo lo anteriormente expuesto como medidas de prevención, serán acciones altamente efectivas para evadir el SARS-CoV-2 y la aparición de su enfermedad, la COVID-19.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ye ZW, Yuan S, Yuen KS, Fung SY, Chan CP, Jin DY. Zoonotic origins of human coronaviruses. *Int J Biol Sci*[Internet]. 2020[citado 6 Nov 2020];16(10):1686–1697. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7098031/>
2. Decaro N, Lorusso A. Novel human coronavirus (SARS-CoV-2): A lesson from animal coronaviruses. *Vet Microbiol*[Internet]. May 2020 [citado 6 Nov 2020];244: 108693. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113520302935>
3. Zhang LP, Wang M, Wang Y, Zhu J, Zhang N. Focus on a 2019-novel coronavirus (SARS-CoV-2). *Future Microbiol*[Internet]. May 2020 [citado 6 Nov 2020];15(10):905-918. Disponible en: <https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/fmb-2020-0063>
4. Echeverri D. Entre guerras y pandemias, volveremos a ser los mismos? Hay duda de la resiliencia de la humanidad?. *Rev colombiana Cardiol* [Internet]. 2020 March-April[citado 12 Oct 2020];

- 27(2): 73–76. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7271840/>
5. Pollit KJG. COVID-19 vulnerability: the potential impact of genetic susceptibility and airborne transmission. *Hum Genomics*[Internet]. 2020[citado 12 Oct 2020];14: 1-7. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40246-020-00267-3.pdf>
6. de la Rosa Y, López Díaz L, López Rodríguez EF. Terminología y escritura en tiempos de COVID-19. *CorSalud*[Internet]. 2020 Abr-Jun [citado 5 nov 2020];12(2):184-188. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-71702020000200184
7. Murillo-Godinez G. Las gotitas de Flügge. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*[Internet]. 2009[citado 5 Nov 2020];47(3):290. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4577/457745514010.pdf>
8. Nardell EA. Wells Revisited: Infectious Particles vs. Quanta of Mycobacterium tuberculosis Infection—Don't Get Them Confused. *Mycobact Dis* [Internet]. 2016[citado 7 Dic 2020]; 6(5):231. Disponible en: <https://www.longdom.org/open-access/wells-revisited-infectious-particles-vs-quanta-of-mycobacterium-tuberculosisinfectiondont-get-them-confused-2161-1068-1000231.pdf>
9. Morgenstern J. Aerosols, droplets, and airborne spread: Everything you could possibly want to know. *First10EM blog*[Internet]. 2020[citado 6 Nov 2020]; 1-25. Disponible en: <https://first10em.com/aerosols-droplets-and-airborne-spread/>
10. Stadnytskyi V, Bax CE, Bax A, Anfinrud P. The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proceedings National Academy Sciences* [Internet]. 2020 [citado 6 Nov 2020];117 (22): 11875-11877. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7275719/>
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Scientific Brief: SARS-CoV-2 and Potential Airborne Transmission [Internet]. Abr 2020 [actualizado 5 Oct 2020; citado 7 Dic 2020]. [aprox. 8 pantallas]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/scientific-brief-sars-cov-2.html>
12. Morawska L. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infectons. *Indoor Air* [Internet]. 2006 [citado 7 Dic 2020]; 16(5): 335. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/10879918.pdf>
13. Flores Berrios C, Flores Olivares C. Prevención de la infección por SARS-CoV-2 en procedimientos terapéuticos y/o diagnósticos. *Neumol pediátr*[Internet]. 2020[citado 12 Nov 2020];15(2):362-368. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/download/61/61>
14. Birnir B. Ventilation and the SARS-CoV-2 Coronavirus. Analysis of outbreaks in a restaurant and on a bus in China, and at a Call Center in South Korea. *medRxiv* [Internet]. Abr 2020[citado 7 Dic 2020]. Disponible en: <https://www.medrxiv.org/content/medrxiv/early/2020/09/13/2020.09.11.20192997.full.pdf>
15. Liu Y. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature* [Internet]. 2020[citado 12 Oct 2020];582(7813):557-560. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2271-3.pdf>
16. Morawska L. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environment International*[Internet]. 2020[citado 12 Oct 2020];142:105832. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020317876>
17. Vishal R, Arakeri G, Subash A, Thakur S. Droplet nuclei aerosol and Covid 19 - a risk to healthcare staff. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020 Sep; 58(7): 870–871. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7196379/>
18. Ferrer Azcona JA. 40º Aniversario de la enfermedad del legionario 1976-2016. Reseña histórica. Área de prevención de Legionela. Origen de la enfermedad. *MICROSERVICES*[Internet]. Julio 2016[citado 12 Oct 2020];[aprox. 8 pantallas]. Disponible en: <https://seas.yale.edu/sites/default/files/imce/Yale2.pdf>
19. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. *Environ Int*. [Internet]. 2020[citado 12 Oct 2020];139: 105730. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7151430/>

Recibido: 20/12/2020

Aprobado: 21/01/2021

Conflictos de interés

El autor declara que no existen conflictos de intereses en relación con el trabajo presentado.

Cómo citar este artículo

Sigler Villanueva AA. Vías de transmisión del SARS-CoV-2. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* [Internet]. 2021 [citado en día, mes, año]; 11(2):e958. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/958>

