

Desinfección de equipos de buceo y COVID-19

El nuevo coronavirus, también conocido como SARS-CoV-2, es la causa de la enfermedad COVID-19, que ha matado a 87.987 personas en todo el mundo en el momento de este artículo (1). El SARS-CoV-2 es parte del grupo viral conocido como "corona" (en latín, "corona" o "halo") debido al patrón de proteínas que cubre su superficie (2). Se estima que este grupo de virus es responsable del 15% al 30% de las infecciones respiratorias agudas cada año (3). Sin embargo, estos números están sujetos a cambios rápidos como resultado de la pandemia actual.

El COVID-19 se propaga a través de las secreciones respiratorias de varias maneras, incluidas las gotas en aerosol expulsadas al toser o estornudar, tocar superficies contaminadas con el virus o el contacto cercano con alguien que tiene el virus (2). El período de incubación del virus varía de 2 a 14 días (2). Un estudio identificó la media de incubación en 5.1 días, con el 97.5% de los pacientes mostrando síntomas dentro de los 11.5 días (3).



Los coronavirus pertenecen a un grupo de virus encapsulados (o envueltos), lo que significa que el virión (la forma que toma el virus mientras está fuera de la célula huésped) está protegido por una capa lipídica (4). Al igual que con la mayoría de los virus encapsulados, dañar o destruir esta capa de lípidos inactivará el virus. Los estudios de otros coronavirus han demostrado que su infectividad puede reducirse por el calor, la luz ultravioleta y las condiciones alcalinas o ácidas (5). Debido a esto, y al hecho de que los virus envueltos generalmente se desactivan fácilmente, las superficies se pueden desinfectar con productos de limpieza domésticos (6).

Debido a que la investigación sobre el SARS-CoV-2 está en curso, existe un debate sobre cuánto tiempo puede sobrevivir en las superficies. Estudios recientes han demostrado que puede sobrevivir hasta 3 horas en una gota de aerosol (como un estornudo), 4 horas en

cobre, 24 horas en cartón y 2-3 días en plástico y acero inoxidable (7). Sin embargo, en el agua, no está claro cuánto tiempo sobrevive el SARS-CoV-2. Los estudios sobre el virus del SARS, llamado SARS-CoV-1 y el causante de una epidemia en 2003, han demostrado que permaneció infeccioso durante largos períodos en las aguas superficiales (lagos, ríos, humedales, etc.) y en aguas residuales previamente pasteurizadas a niveles bajos y a temperatura ambiente (8). En piscinas y jacuzzis clorados o bromados, el CDC (Centers for Disease Control and Prevention) especifica que el SARS-CoV-2 estaría inactivo (9).

Calor

Hay muy pocos datos sobre SARS-CoV-2, y gran parte de ellos son preliminares. En tiempos como estos, los científicos buscarán virus relacionados pero un poco más difíciles de matar. En el caso del nuevo coronavirus, algunos informes de datos se basan en el virus SARS-CoV-1 porque es más difícil de matar que el nuevo coronavirus. Un estudio encontró que el virus SARS-CoV-1 pierde la infectividad después de calentarse a 133°F (56°C) durante 15 minutos (5), y la Organización Mundial de la Salud también especifica esta temperatura y tiempo (10). Otro estudio encontró que el virus SARS-CoV-1 permanece estable entre 40°F (4°C) y 98°F (37°C) y perdería la infectividad después de 30 minutos a 133°F (56°C) (11).

Divers Alert Network ha recibido preguntas acerca del virus que ingresa a un cilindro de buceo como resultado de la entrada de aire contaminado al compresor. Durante el proceso de compresión de aire, usando la ecuación de gas ideal $T_2 = T_1 \times (P_2 / P_1)^{(n-1)/n}$ podemos calcular que un compresor de cuatro etapas con 1 ATA de presión de entrada y 80°F ambiente que bombea aire hasta 29 ATA o alrededor de 4000 psi, tendría una temperatura entre etapas, dentro del cilindro, de 224°F. Este cálculo es muy básico y no tiene en cuenta nada fuera de las condiciones ideales. Sin embargo, sí indica la temperatura instantánea en el momento de la presión máxima.

En realidad, la temperatura de la válvula de salida probablemente será de 170°F-190°F, y la temperatura del gas alrededor de 150°F, que se producirá durante cada etapa del compresor (es decir, cuatro ciclos para un compresor de cuatro etapas, suponiendo que la temperatura de salida de cada etapa sea la misma). Debido a que esto es definitivamente lo suficientemente caliente como para matar el SARS-CoV-2, por lo tanto, es poco probable que COVID-19 sobreviva a este proceso si una persona infectada tose en la toma de aire del compresor. Es importante tener en cuenta que las gotitas infectadas exhaladas por una persona pueden ser tan pequeñas como 0,5 micrones; los sistemas de filtro por sí solos no las eliminarían, pero el virus debería estar muerto en esa etapa.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que si una persona portaba el virus en sus manos, ya sea como resultado de estar infectado o tocar una superficie infectada sin saberlo, y toca la válvula del cilindro o el látigo de llenado, el virus podría ingresar al cilindro a través de este ruta. Se ha demostrado que algunos virus son extremadamente resistentes a la presión, un orden de magnitud superior a las presiones de almacenamiento de gas de inmersión. Sin embargo, estos estudios se realizaron en norovirus, un grupo de virus sin envoltura que generalmente es más difícil de matar que los virus con envoltura (12, 13). Otros estudios realizados en virus envueltos como la gripe solo exploraron la eficacia de alta presión hidrostática a 289,6 MPa (42,003 PSI) (14). Por lo tanto, es muy importante

practicar el lavado de manos y la desinfección de áreas de alto contacto, incluidos los cilindros y las estaciones de llenado.

Compuestos de amonio cuaternario

Los compuestos de amonio cuaternario son un grupo de químicos extremadamente comunes como ingredientes activos en soluciones de limpieza. Estos agentes son hidrófobos y, como tales, son efectivos contra virus envueltos. Se cree que estos compuestos reaccionan con la envoltura viral y la "desorganizan", lo que lleva a que el contenido del virus se filtre y se degrade. Además, existe poca evidencia para apoyar la resistencia viral contra estos compuestos (15). Los estudios han demostrado que los derivados del amonio cuaternario son efectivos contra el SARS-CoV-1 (16), y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso de productos de limpieza que contienen estos compuestos en su guía de laboratorio de bioseguridad relacionada con la enfermedad por coronavirus 2019 (17).

Existen productos que contienen amonio cuaternario comúnmente utilizados en la industria del buceo para desinfectar equipos. Sin embargo, estos compuestos son perjudiciales para el medio ambiente, por lo que se debe tener cuidado en su uso y eliminación (18).

Blanqueador

El blanqueador común, o lejía (una solución de hipoclorito de sodio), se ha estudiado en muchas concentraciones diferentes, y se ha demostrado su efectividad contra los virus. Es un oxidante fuerte que funciona dañando el genoma viral (19). Según la OMS, la solución de lejía recomendada para la desinfección general es una dilución 1:100 de hipoclorito de sodio al 5%. (Tenga en cuenta que distintas marcas de blanqueador tienen diferentes concentraciones del ingrediente activo, como las que están espesadas y comercializadas para reducir las salpicaduras). Esta dilución produce 0.05% o 500 ppm del ingrediente activo y requiere un tiempo de 30 minutos si los objetos se sumergen en la solución o al menos 10 minutos si se rocían sobre una superficie no porosa (20). En un estudio que examinó el SARS-CoV-2 específicamente, se encontró que se necesitaba una concentración de lejía de 0.1% o 1,000 ppm para reducir la infectividad cuando se rocía sobre una superficie dura no porosa (21). Un segundo estudio sobre el mismo virus encontró que el hipoclorito de sodio al 0.1% inactivaría el virus en 1 minuto. Un estudio sobre SARS-CoV-1 encontró que tanto 1:50 (0.1%) como 1:100 (0.05%) inactivaron el virus después de una inmersión de 5 minutos (22).

Cuando se usa blanqueador, se recomienda el uso de guantes, máscara y protección para los ojos. Mezcle las soluciones en áreas bien ventiladas y use agua fría, ya que el agua caliente descompondrá el ingrediente activo. Es importante nunca mezclar el blanqueador con otros productos químicos y eliminar toda la materia orgánica de los artículos que se desinfectarán, ya que esto también inactivará el ingrediente activo (21). Los artículos desinfectados con cloro deben enjuagarse completamente con agua dulce y dejar secar antes de usarlos, ya que es corrosivo para el acero inoxidable (en concentraciones más altas) e irritante para las membranas mucosas, la piel y los ojos (20, 23). También se ha encontrado que las soluciones de lejía altamente concentradas son dañinas para los equipos de soporte vital, causando fatiga del metal y, en algunos casos, fallas en las mangueras durante el ataque de ántrax en el edificio Hart. En sí, estas soluciones no son utilizadas por EPA para los equipos de buceo cuando existen alternativas eficaces.

Agua y jabón

Lavarse las manos y las superficies con agua y jabón es una de las formas más efectivas de protegerse contra el virus. El tipo de jabón utilizado no es importante. Lavar con agua y jabón no mata los microorganismos, sino que los elimina físicamente de la superficie. El agua corriente por sí sola puede ser efectiva para eliminar material no deseado de las superficies, sin embargo, el jabón extraerá físicamente el material de la piel y lo introducirá en el agua (24).

Nos han preguntado por qué el agua y jabón no funcionan para el equipo de buceo pero sí se recomienda para las manos. Como se indicó anteriormente, el agua y jabón deben combinarse con una acción mecánica. Remojar el equipo de buceo solo en agua jabonosa no es un método de desinfección efectivo. Si el agua jabonosa se combinara con la acción mecánica, teóricamente sería más eficiente. Sin embargo, hay algunas partes del equipo de buceo que no se pueden alcanzar fácilmente sin desarmar, como el interior de un regulador. Dado que una respiración exhalada viaja a través del interior de un regulador y tiene contacto con el diafragma, el brazo de palanca y otras superficies internas, sumergir el regulador en una solución desinfectante puede ser una mejor opción.

Directrices de EPA (Environmental Protection Agency)

No importa el ingrediente activo o el método de desinfección del equipo de buceo, la eficacia comprobada contra el nuevo coronavirus es de suma importancia. [La "Lista N" de EPA](#) es una compilación de productos que han demostrado su eficacia contra el SARS-CoV-1 y, por lo tanto, también funcionarán para matar el SARS-CoV-2. Fuera de los Estados Unidos, los organismos gubernamentales locales también pueden tener desinfectantes registrados. Seguir las instrucciones de uso para cada producto individual asegurará su eficacia.

Cuando los fabricantes de productos registran sus productos con EPA, deben enviar una lista de usos para el producto. Es poco común que los productos registrados en la Lista N contengan "buceo"; es más probable que aparezcan en la lista los respiradores o materiales de los que está hecho el equipo de buceo. Al elegir una solución desinfectante de la Lista N, es importante verificar que el registro del producto en EPA especifique su uso para los materiales en cuestión.

Algunos productos comúnmente recomendados por los fabricantes de equipos de buceo se clasifican como desinfectantes de amonio cuaternario registrados con EPA para uso exclusivo en el servicio de alimentos y actualmente no están en la Lista N de EPA. EPA no considera que sean efectivos contra el SARS-CoV-2 cuando se aplica sobre esos materiales y superficies.

Buenas prácticas

Al seleccionar un desinfectante, es de suma importancia utilizar un producto que haya demostrado su eficacia contra el SARS-CoV-2 o el SARS-CoV-1 que es más difícil de matar. Consulte el sistema de registro de pesticidas de su organismo local para obtener su lista de desinfectantes registrados si los productos especificados en la Lista N de EPA no están disponibles en su área. Al usar estos productos, asegúrese de seguir las

instrucciones y usar el equipo de protección personal especificado (como guantes o protección para los ojos) al desinfectar. Si no se pueden encontrar productos registrados, asegúrese de utilizar los [protocolos de desinfección descritos por CDC](#) (Centers for Disease Control and Prevention).

Después de desinfectar el equipo, se debe tener cuidado de no volver a infectarlo, por ejemplo, al manipularlo durante el almacenamiento. Los empleados de las tiendas de buceo deben tener cuidado de mantener una buena higiene al lavarse las manos con frecuencia y desinfectar regularmente las áreas de alto contacto, incluidas las estaciones de llenado (como se describe en la sección "calor" de este artículo).

Finalmente, considere actualizar su plan de acción de emergencia existente para incluir una posible infección COVID-19 por parte del personal o los clientes. Asegúrese de describir todos los protocolos de desinfección y asegurarse de que todo el personal los siga diligentemente. La consideración más importante es la salud y seguridad de su personal y clientes.

Si tiene alguna pregunta, envíenos un correo electrónico a RiskMitigation@DAN.org.

Referencias

1. Coronavirus [Internet]. World Health Organization. World Health Organization; [cited 2020Mar26]. Available from: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
2. Factsheet for health professionals on Coronaviruses [Internet]. European Centre for Disease Prevention and Control. 2020 [cited 2020Mar26]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/factsheet-health-professionals-coronaviruses>
3. Lauer SA, Grantz KH, Bi QK, Jones FR, Zheng QS, Meredith HG, et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Annals of Internal Medicine*. 2020Mar10;
4. Fehr AR, Perlman S. Coronaviruses: An Overview of Their Replication and Pathogenesis. *Coronaviruses Methods in Molecular Biology*. 2015; 1–23.
5. Chan KH, Peiris JSM, Lam SY, Poon LLM, Yuen KY, Seto WH. The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus. *Advances in Virology*. 2011Oct1;2011:1–7.
6. Disinfecting Your Home If Someone Is Sick [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. Centers for Disease Control and Prevention; 2020 [cited 2020Mar26]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prepare/disinfecting-your-home.html>
7. New coronavirus stable for hours on surfaces [Internet]. National Institutes of Health. U.S. Department of Health and Human Services; 2020 [cited 2020Mar26]. Available from: <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/new-coronavirus-stable-hours-surfaces>
8. Casanova L, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Survival of surrogate coronaviruses in water. *Water Research*. 2009;43(7):1893–8.
9. Municipal Water and COVID-19 [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. Centers for Disease Control and Prevention; 2020 [cited 2020Mar26]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/water.html>

10. First data on stability and resistance of SARS coronavirus compiled by members of WHO laboratory network [Internet]. World Health Organization. World Health Organization; 2015 [cited 2020Mar27]. Available from: https://www.who.int/csr/sars/survival_2003_05_04/en/
11. 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. *Biomedical and Environmental Sciences* [Internet]. 2003Sep;16:246–55. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14631830>
12. DiCaprio E, Ye M, Chen H, Li J. Inactivation of Human Norovirus and Tulane Virus by High Pressure Processing in Simple Mediums and Strawberry Puree [Internet]. *Frontiers in Sustainable Food systems*; 2019 [cited 2020Mar27]. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00026/full>
13. Lou F, Huang P, Neetoo H, Gurtler JB, Niemira BA, Chen H, et al. High-Pressure Inactivation of Human Norovirus Virus-Like Particles Provides Evidence that the Capsid of Human Norovirus Is Highly Pressure Resistant. *Applied and Environmental Microbiology*. 2012May25;78(15):5320–7.
14. Lou FB, Huang PA, Neetoo H, Gurtler JB, Niemira BA, Chen H, et al. High-Pressure Inactivation of Human Norovirus Virus-Like Particles Provides Evidence that the Capsid of Human Norovirus Is Highly Pressure Resistant. *Applied and Environmental Microbiology*. 2013Nov25;78(15):5320–7.
15. Gerba CP. Quaternary Ammonium Biocides: Efficacy in Application. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014;81(2):464–9.
16. 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. *American Journal of Infection Control*. 2009Oct;37(8):649–52.
17. Laboratory biosafety guidance related to coronavirus disease 2019 (COVID-19): interim recommendations [Internet]. Laboratory biosafety guidance related to coronavirus disease 2019 (COVID-19): interim recommendations. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331138/WHO-WPE-GIH-2020.1-eng.pdf>
18. Zhang C, Cui F, Zeng G-M, Jiang M, Yang Z-Z, Yu Z-G, et al. Quaternary ammonium compounds (QACs): A review on occurrence, fate and toxicity in the environment. *Science of The Total Environment*. 2015Jun15;518-519:352–62.
19. Lycke E, Norrby E. *Textbook of medical virology*. London: Butterworths; 1983.
20. Annex G: Use of disinfectants: alcohol and bleach. *Infection Prevention and Control of Epidemic- and Pandemic-Prone Acute Respiratory Infections in Health Care* [Internet]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214356/>
21. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*. 2020Mar;104(3):246–51.
22. Lai MYY, Cheng PKC, Lim WWL. Survival of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. *Clinical Infectious Diseases* [Internet]. 2005Oct1;41(7):e67–e71. Available from: <https://academic-oup-com.proxyiub.uits.iu.edu/cid/article/41/7/e67/310340>
23. University of Nebraska Lincoln. CHEMICAL DISINFECTANTS FOR BIOHAZARDOUS MATERIALS.
24. Harvard Health Publishing. The handiwork of good health [Internet]. Harvard Health. 2007 [cited 2020Mar26]. Available from: https://www.health.harvard.edu/newsletter_article/The_handiwork_of_good_health

AFILIESE A DAN WORLD