



Una explicación desde la química: ¿por qué son efectivos el agua y jabón, el hipoclorito de sodio y el alcohol para prevenir el contagio con la COVID-19?

Isneri Talavera Bustamante¹ <https://orcid.org/0000-003-1694-9854>

Arturo Menéndez Cabezas² <https://orcid.org/0000-0003-3880-7996>

¹Doctora en Ciencias Técnicas. Licenciada en Química. Vicepresidenta de la Academia de Ciencias de Cuba.

²Doctor en Ciencias Médicas. Especialista de II Grado en Bioquímica Clínica y en Organización y Administración de Salud. Profesor Titular, Consultante. Universidad de Ciencias Médicas Carlos J. Finlay; Camagüey, Cuba

Dirección para correspondencia:

Isneri Talavera Bustamante. Academia de Ciencias de Cuba. Cuba No.460 entre Amargura y Teniente Rey. Habana Vieja. La Habana, Cuba

Correo electrónico: isnerit@academiaciencias.cu, isnerit@gmail.com

Palabras clave

SARS-CoV-2; jabón; desinfectantes a base alcohol; hipoclorito de sodio

RESUMEN

El presente trabajo recoge aspectos relacionados con las características de los virus, en general, y del virus SARS-CoV-2, en particular, y describe el mecanismo mediante el cual el virus se introduce en la célula, crea luego millones de copias y comienza a crear proteínas virales. El objetivo principal del trabajo es mostrar cómo prevenir la contaminación con el virus SARS-CoV-2 complementando los métodos tradicionales de prevención con el uso de productos químicos. Se fundamenta científicamente a través de la química el porqué de la desintegración de este virus mediante el lavado de manos con agua y jabón, el uso de desinfectantes y de hipoclorito de sodio, entre otros productos. Se recoge además un grupo de recomendaciones y cuidados para tener en cuenta durante el empleo de estos productos químicos.

An explanation from chemistry: why are water and soap, sodium hypochlorite, and alcohol effective to prevent contracting COVID-19?

ABSTRACT

This paper includes some aspects related to the characteristics of viruses in general. In particular, it addresses the characteristics of SARS-CoV-2 virus and the mechanism by which it enters the cell, subsequently creating millions of copies and beginning the creation of viral

Keywords

SARS-CoV-2; soap; alcohol-based disinfectants; sodium hypochlorite



proteins. The main objective of the paper is to explain how to prevent contamination with the SARS-CoV-2 virus complementing traditional prevention methods with the use of chemical products as an effective option. A chemical explanation is given in order to show the reason for the disintegration of this virus with hand washing using soap and water, the use of disinfectants, as well as the use of sodium hypochlorite, among others. It also includes a set of recommendations and warnings to take into account for the use of these chemicals

INTRODUCCIÓN

Para comenzar es importante puntualizar que un virus no es un organismo vivo: la partícula viral madura, o virión, contiene un material genético, uno de los dos tipos de ácidos nucleicos: o el ácido desoxi-ribonucleico (ADN) o el ácido ribonucleico (ARN).⁽¹⁾ El genoma de los betacoronavirus, y en particular del SARS-CoV-2, está constituido por una molécula monocatenaria de ARN de sentido positivo^(2,3). Interactúan con ese genoma viral varias proteínas.⁽¹⁾ Rodea este complejo nucleoproteico la cápside, formada por proteínas que se ensamblan adoptando diferentes estructuras geométricas.⁽¹⁾ Los virus mayores y más complejos, como es el caso de los coronavirus, tienen adicionalmente una envoltura muy similar a las membranas biológicas de células procariotas y eucariotas, o sea, una bicapa lipídica, formada por fosfolípidos (fosfátidos de glicerina y esfingolípidos), con glicoproteínas ancladas o embebidas en ella (proteínas transmembranales), de las cuales, la más importante para la estructura viral es la proteína M.⁽¹⁾

Entre los miles de virus que se conocen, solo una pequeña proporción son patógenos en humanos. Las células no tienen una puerta disponible para la entrada de la mayoría de estos microorganismos. Pero estos diminutos agentes infecciosos han evolucionado mediante altas tasas de mutación y recombinación para utilizar alguna proteína del hospedador como vía de entrada a la célula, donde podrán multiplicarse y perpetuarse: eso es a lo que toda entidad replicativa aspira, y los virus no pueden realizarlo por sí mismos fuera de las células a las que infectan.⁽⁴⁾

Los coronavirus utilizan las proteínas S que forman espículas en su exterior para unirse a una proteína enzimática celular llamada *enzima convertidora de angiotensina 2* (ACE2, por sus siglas en inglés). Esta enzima está situada en la superficie de las células de las mucosas, pulmones, arterias, corazón, riñones intestinos, y tiene la función de regular la presión sanguínea, pero el virus la emplea como puerta de entrada al contexto celular.⁽⁴⁾

Una vez dentro de su hospedador, en la medida que mediante la maquinaria biosintética de la célula hospedera se produce ARN viral y las proteínas codificadas por el genoma viral, estas son procesadas por el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi y se va produciendo el complejo proceso de ensamblaje de esas macromoléculas, en el que se cumplen los principios de complementariedad estructural.⁽⁵⁾

La bicapa fosfolipídica que forma la envoltura de los nuevos viriones se obtiene por gemación de alguna membrana del sistema de membranas de la célula hospedera, y a esa envoltura en formación se van incorporando las diferentes proteínas intrínsecas codificadas por el ARN viral, mediante la interacción de sus dominios hidrofóbicos con el ambiente apolar interno de la bicapa lipídica.⁽⁶⁾

Los nuevos viriones así formados son transportados en vesículas de doble membrana hacia la membrana plasmática, y por un complejo proceso de exocitosis son liberados hacia el medio extracelular, o pueden ser pasados hacia otras células, en las cuales se vuelve a realizar todo el proceso de biosíntesis de las macromoléculas que forman la estructura viral, su ensamblaje y el “secuestro” de la bicapa fosfolipídica hasta la obtención de nuevas partículas virales.^(5,6)

En resumen, el SARS-CoV-2, como el resto de los coronavirus, es un virus ARN con envoltura formada por una bicapa fosfolipídica con varias proteínas transmembranales. Todas las proteínas de la estructura viral son codificadas por el genoma viral, mientras que la bicapa lipídica es “secuestrada” por la partícula viral de una membrana biológica de la célula hospedera. (Fig. 1)

El virus es muy frágil; lo único que lo protege, como se dijo al inicio, es la capa lipídica. Al no ser un organismo vivo, no se le mata, sino que es necesaria su desintegración. El tiempo para su auto desintegración depende en gran medida de la superficie donde reposa o, de lo contrario, se puede acelerar su destrucción con la utilización de productos químicos apropiados.⁽⁷⁾ Debemos evitar por todos los medios que el virus penetre a nuestro organismo, una vez en el interior del organismo es necesario tratamientos y atención médica especializada.

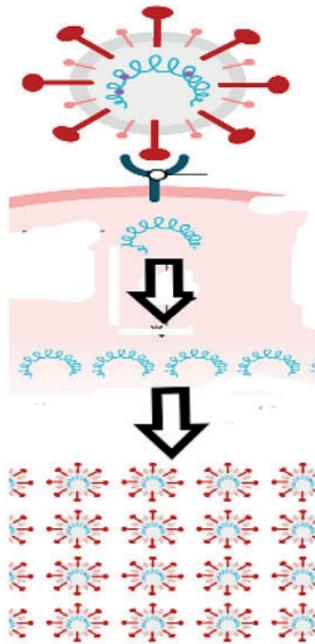


Fig. 1. El virus encaja sus proteínas S en los receptores ACE2 de la célula. El virus introduce su RNA. Los ribosomas celulares no son capaces de identificar ese ARN como extraño, se crean millones de copias y se comienzan a crear proteínas virales.

DESARROLLO

¿Qué medios utilizar para prevenir la contaminación?

Además de los tradicionales métodos de aislamiento social, el uso de nasobucos, la evitación de contactos personales, entre otros, el uso de productos químicos es una opción eficaz. La pregunta entonces se impone: ¿cuáles debemos emplear para neutralizar al SARS-CoV-2. ⁽⁸⁾

El misterio del agua y el jabón

Un adecuado lavado de manos con agua y jabón durante 20 segundos hace milagros: ¡adiós coronavirus! ¿Por qué?

Primero hablemos un poco del jabón. El jabón es una mezcla de sales de potasio o sodio de ácidos grasos, obtenida a través de una reacción entre un triglicérido y un álcali conocida con el nombre de saponificación. ^(9,10)

Si observamos una molécula de jabón (Fig. 2), la cabeza roja tiene carga, es hidrofílica y, por tanto, interactúa con el agua, mientras que la cadena azul sin carga es afín a terminales anfipáticas de otras estructuras; en presencia del jabón, la cabeza alifática del jabón interactúa con la cápside lipídica (anfipática), y la otra cabeza se orienta hacia el agua (Fig. 3). Los lípidos se dispersan fácilmente en el agua, ya que está cubierta por las cabezas con cargas o aniones carboxilato del jabón. De esta manera, en el proceso de lavado con un jabón, la bicapa lipídica se elimina con el agua de lavado y el virus se desintegra al perder la capa que lo protege. ⁽¹¹⁾

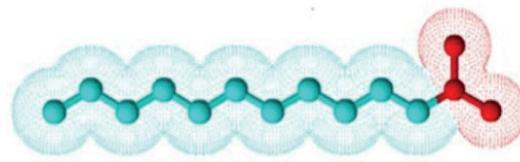


Fig. 2. Molécula de jabón.

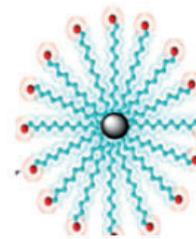


Fig. 3. Las moléculas de jabón interactúan con la bicapa lipídica. El agua circunda las moléculas de jabón y se une a su parte hidrofílica; los lípidos se van en el agua de lavado, y el virus, sin su capa protectora, se desintegra.

Para que este proceso tenga lugar es necesario que transcurran alrededor de 20 segundos. Este es, por tanto, el tiempo que tiene que durar como mínimo el lavado de las manos.

La utilización de agua tibia facilita la formación de espuma, que a su vez ayuda a la orientación de las moléculas de jabón y, con ello, a la efectividad del proceso.

Los detergentes

Los primeros detergentes sintéticos fueron descubiertos en Alemania en 1936, en lugares donde el agua es muy dura y, por lo tanto, el jabón formaba natas y no producía espuma. Los primeros detergentes fueron sulfatos de alcoholes, y después alquilbencenos sulfonados, los cuales fueron sustituidos más tarde por una larga cadena alifática, generalmente muy ramificada. Los resultados fueron positivos, pues al usarse en agua muy dura los detergentes siguieron dando abundante espuma pues no forman sales insolubles con calcio y otros constituyentes de las aguas duras. ⁽¹²⁾

Dado que los detergentes han resultado ser tan útiles por emulsionar grasas con mayor eficiencia que los jabones, su uso se ha popularizado, y son también efectivos para la descontaminación ante la COVID-19. Con todo, muchos de ellos son bastante irritantes, y un lavado sucesivo de las manos puede afectar la piel.

El uso de agua y jabón es más recomendable para el lavado de las manos. Los detergentes se recomiendan para la limpieza de ropas, entre otros.

Desinfectantes a base de alcohol

Existen, principalmente, dos tipos de desinfectantes de manos: con alcohol y sin alcohol. ^(13,14) Los primeros contienen

varios tipos (normalmente, isopropanol, etanol o n-propanol) y cantidades de alcohol (entre el 60 y el 95 %), compuesto que posee la capacidad de eliminar casi todos los gérmenes. Los geles sin alcohol no son recomendables para la protección ante la COVID-19, pues contienen un compuesto llamado catión de amonio cuaternario (normalmente cloruro de benzalconio) en sustitución del alcohol. Estos compuestos pueden mermar la acción de los microbios, pero son menos efectivos que el alcohol.

El alcohol ataca y destruye la cápside vírica que rodea a algunos virus, entre los que se encuentra el coronavirus. El mecanismo de acción es la desnaturalización de las proteínas plasmáticas. Para que un desinfectante de manos acabe con gran parte de los virus debe estar compuesto por al menos un 60 % de alcohol. Se ha comprobado que los geles que contienen un porcentaje inferior son menos eficaces a la hora de eliminar las bacterias y los hongos, y es probable que solo sean capaces de ralentizar la proliferación de los gérmenes en lugar de liquidarlos por completo. En su uso hay que utilizar una cantidad que permita cubrir toda superficie, y es necesario frotarlo en todas las manos, entre los dedos y en el dorso.

El alcohol es un compuesto químico diferente al jabón, ayuda a romper las membranas germinales y es bastante efectivo para desactivar gérmenes. No obstante, si bien desactiva el virus no se eliminan sus residuos de las manos, y es necesario lavarse las mismas. Con el uso de agua y jabón este paso está implícito. Además, en el caso de una alta contaminación se requerirá una gran cantidad de alcohol para la desinfección. En estos casos el agua y jabón es más recomendable.

El hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio ha sido utilizado como desinfectante desde hace más de 70 años y ha sido reconocido como agente efectivo contra un amplio espectro de microorganismos patógenos: grampositivos, gramnegativos, hongos, esporas y virus, incluyendo los coronavirus.⁽¹⁵⁾

Las soluciones de hipoclorito de sodio exhiben un equilibrio dinámico de acuerdo con la siguiente ecuación:



El análisis e interpretación de esta ecuación puede explicar las acciones del hipoclorito de sodio. En medio alcalino, prevalece la forma iónica disociada (estable y menos activa), o sea, el hipoclorito de sodio. Por ese motivo, la vida de almacenaje de las soluciones de hipoclorito de sodio con pH elevado es más estable que las de pH próximo al neutro. La solución de hipoclorito de sodio tiene baja tensión superficial, menor que la del agua.

El hipoclorito de sodio deshidrata y solubiliza las proteínas presentes en la capa de envoltura del virus y provoca la desintegración del virus. El pH básico desfavorece también el crecimiento bacteriano.

Precauciones al usar hipoclorito de sodio

Al utilizar el hipoclorito de sodio han de tenerse ciertas precauciones.⁽¹⁶⁾ El hipoclorito de sodio no debe mezclarse nunca con ácidos, como el vinagre, limón o productos de limpieza que contengan ácido clorhídrico, ya que a pH ácido el equilibrio se desplazaría de acuerdo con la ecuación hacia la formación del ácido hipocloroso y cloro gaseoso, altamente tóxico.

De igual manera no se debe combinar el hipoclorito de sodio con alcohol, pues se podría generar cloroformo, compuesto que puede detener el diafragma y provocar un paro cardiorrespiratorio.

Otro producto que no debe ser mezclado con el hipoclorito de sodio es el peróxido de hidrógeno, comúnmente conocido como agua oxigenada, puesto que en la combinación se formarán cloratos y, por la reacción exotérmica (que genera calor), podría ocurrir una explosión.

La mezcla de amoníaco con hipoclorito de sodio puede provocar afectaciones al organismo, ya que esta combinación provoca la liberación de vapores de cloro o cloramina, gases irritantes para las mucosas y las vías respiratorias.

¿Cómo preparar el hipoclorito de sodio para prevenir contagio por coronavirus?⁽¹⁷⁾

Forma de preparación de la solución clorada al 0,1 % para el lavado de las manos:

1. Si el pomo de cloro tiene una concentración al 1 %:
 - A un litro de agua agregar 100 mL de hipoclorito de sodio al 1 % (equivalente a 10 cucharadas soperas o 10 tapitas de pomos plásticos o 3 onzas de biberón).
 - Al pomo de litro y medio ("pepino") de agua, adicionar 150 mL de hipoclorito de sodio al 1 % (equivalente a 15 cucharadas soperas o 15 tapitas de pomos plásticos o 4 onzas de biberón).
2. Si el pomo de cloro tiene una concentración al 5 %:
 - A un litro de agua agregar 20 mL de hipoclorito de sodio al 5 % (equivalente a 2 cucharadas soperas o 2 tapitas de pomos plástico).
 - Al pomo de litro y medio ("pepino") de agua, adicionar 30 mL de hipoclorito de sodio al 5 % (equivalente a 3 cucharadas soperas o 3 tapitas de pomos plásticos).

Forma de preparación de la solución clorada al 0,5 % para la limpieza de las superficies:

1. Si el pomo de cloro tiene una concentración al 1 %:
 - A un litro de agua agregar 400 mL de hipoclorito de sodio al 1% (equivalente a 2 biberones de 8 onzas).
 - Al pomo de litro y medio ("pepino") de agua, adicionar 500 mL de hipoclorito de sodio al 1 % (equivalente a medio litro de cloro al 1 %).
2. Si el pomo de cloro tiene una concentración al 5 %:
 - A un litro de agua agregar 100 mL de hipoclorito de sodio al 5 % (equivalente a 10 cucharadas soperas o 10 tapitas de pomos plásticos o tres onzas de biberón).
 - Al pomo de litro y medio ("pepino") de agua, adicionar 150 mL de hipoclorito de sodio al 5 % (equivalente a 15 cucharadas soperas o 15 tapitas de pomos plásticos o 4 onzas de biberón).

Ante una emergencia sanitaria como la que estamos viendo, la ciencia es nuestra mejor aliada y debemos apoyarnos en ella para desarrollar medidas que frenen la propagación del coronavirus y tratamientos que curen la enfermedad. La química contribuye de manera decisiva en este enfrentamiento no sólo en el desarrollo de fármacos para tratar la enfermedad sino en apoyo a los procesos de desinfección y prevención a la contaminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Llop Hernández A, Valdés- Dapena Vivanco MM, Zuazo Silva JL. Microbiología y Parasitología Médicas. Tomo II, Sección V Virus, Cap. 54, p. 3-4. Editorial Ciencias Médicas, La Habana 2001.
2. IndwianiAstuti Y. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARSCoV-2): An overview of viral structure and host response. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* (2020), Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.020>.
3. Chen Y, Liu Q, Guo D. Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis. *J Med Virol.* 2020;92:418–423. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7167049/>
4. Bosh A, Nieto A, Domenech Gómez A.M, Briones C. Esto es lo que los virólogos sabemos hasta hoy sobre el coronavirus SARS-CoV-2. <https://theconversation.com/us>
5. Jin Y, Yang H, Ji W, Wu W et al. *Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19.* *Viruses* 2020, 12, 372. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/v12040372>
6. Alsaadi EAJ, Jones IM. Membrane binding proteins of coronaviruses. *Future Virol.* (2019) 14(4), 275–286. Disponible en: <https://www.futuremedicine.com/doi/10.2217/fvl-2018-0144>
7. Kampf, G. et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection.* March 2020, Volume 104, Issue 3, 246-251. [DOI 10.1016/j.jhin.2020.01.022] [Consulta: 19/03/2020]
8. Larson E. Skin hygiene and infection prevention: more of the same or different approaches? *Clin Infect Dis* 1999; 29:1287-94.
9. Cortés Ros OM, Blanco Santisteban GM, Matos Figueredo FN, Chávez Valera PL, Olivera Ramírez D, Moh- Fadel SM. Revisión bibliográfica sobre jabones. *Intra Med Journal.* 2017; 6(1). Disponible en: http://journal.intramed.net/index.php/Intramed_Journal/article/download/568/266/
10. Jabones Salud y Medicina. 2016. Disponible en: <http://www.Saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud>
11. Por qué el jabón es lo más efectivo contra el coronavirus: la explicación viral de un científico. Disponible en: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/que-jabon-efectivo-coronavirus-explicacion-viral-cientifico>.
12. Uso de detergentes antes de la desinfección, en busca del detergente ideal. <https://bioseguridad.net/wp-content/uploads/2015/06/0615-articulo-detetergentes>
13. Coronavirus y alcohol: eficacia, riesgos y consejos para la desinfección <https://okdiario.com/salud/coronavirus-alcohol-eficacia-riesgos-consejos-desinfeccion>
14. Mauricio Uchikawa. Eficacia de la desinfección con alcohol al 70% (p/v) de superficies contaminadas sin limpieza previa. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 21(2): [06 pantallas] mar.-abr. 2013 www.eerp.usp.br/rlae
15. Hipoclorito de sodio. Disponible en: <https://www.iztalaca.unam.mx/rrivas>
16. Mezcla de productos con el hipoclorito de sodio es peligroso. Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_314
17. ¿Cómo preparar la solución clorada para prevenir el contagio por coronavirus? Disponible en: <https://www.granma.cu/cuba-covid-19/2020-03-14>

