

## **Las vacunas como herramientas para el control de pandemias**

Pacheco-Reséndiz Samantha<sup>1†</sup>, Pérez-Camacho Alexia<sup>2†</sup>, Vivar-Alfaro Ishtar<sup>1</sup>, Granados-Juárez Sergio<sup>1</sup>, Sánchez-Mendoza Celia, García-Cruz Karla V\*.

<sup>1</sup> Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8 “Miguel E. Schulz” Av. Lomas De Plateros S/N, Merced Gómez, Álvaro Obregón, 01600 Ciudad de México, CDMX. <sup>2</sup> Escuela Nacional Preparatoria Plantel 7 “Ezequiel A. Chávez” Calz. de la Viga 54, Merced Balbuena, Venustiano Carranza, 15810 Ciudad de México, CDMX. \*Autor por correspondencia

†Estos autores contribuyeron igualmente en este trabajo.

Correo electrónico de los participantes:

Pacheco-Resendiz Samantha, pachecor.lilians.p8@gmail.com; Pérez-Camacho Alexia, alexia.perez.camacho.606@gmail.com; Vivar-Alfaro Ishtar, vivara.luzi.p8@gmail.com; Granados-Juarez Sergio, granadosj.sergiog.p8@gmail.com; Sánchez-Mendoza Celia, celia.sanchez@enp.unam.mx; García-Cruz Karla V, veronica.garcía@enp.unam.mx

### **Abstract:**

Due to the pandemic caused by SARS-CoV-2, some of the different vaccines elaborated to control it, has been reviewed. For this research, bibliographic information has been used and it was found out that different methods were used among the vaccines. Moreover, it has been analyzed how the vaccine application decreased the mortality and infection of previous pandemics, such as smallpox and H1N1. Furthermore, it is concluded that vaccines provide a hopeful point for taking up a new daily life seemed to one we were used to and make way for a new scientific era.

**Key Words:** pandemic, COVID-19, SARS-CoV-2, vaccines.

### **Resumen:**

En el presente trabajo se revisaron diferentes tipos de vacunas para el control de la pandemia causada por SARS-CoV-2. Utilizando revisión bibliográfica se encontró que existen diferentes métodos de elaboración entre ellas. Además, se analizó cómo la aplicación de las vacunas ayudó a contrarrestar la mortalidad e infección de otras pandemias como la viruela y la H1N1. Se concluyó que las vacunas son un punto esperanzador para retomar una nueva cotidianidad parecida a la que estábamos acostumbrados y abren paso al inicio de una nueva era en el área científica.

**Palabras clave:** pandemia, COVID-19, SARS-CoV-2, vacunas.

## **Introducción**

En diciembre del 2019, la provincia de Hubei en Wuhan, China se convirtió en el epicentro de un brote de neumonía (Zhou *et al.* 2020). Durante los últimos días de ese año, se reportaron cuatro pacientes que presentaron Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS, por sus siglas en inglés). La mayoría de los pacientes aseguraron tener relación directa o indirecta con un mercado de alimentos.

Menos de dos semanas después de haberse encendido los focos de alerta por estas neumonías atípicas, un grupo de científicos examinó el genoma del virus. Después de varios análisis y estudios se identificó que una región corta de RNA polimerasa dependiente de RNA (RdRp) de un coronavirus de murciélago (BatCoV RaTG13), que se detectó previamente en *Rhinolophus affinis*, mostró una alta identidad de secuencia con SARS-CoV-2 (96,2%), (Zhou *et al.* 2020).

Para el 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud declaró pandemia debido a su distribución por todo el mundo. De manera casi expedita y como nunca vista en la historia de la humanidad, se emprendió la elaboración de una vacuna que contrarreste los efectos de la que ha sido sin duda la pandemia más temible de la era moderna.

## **Estructura y replicación del virus SARS-CoV-2**

El SARS-CoV-2 pertenece a la familia *Coronaviridae*, subfamilia *Coronavirinae* y al género de los *Betacoronavirus* (Shaffer, 2019). Es un virus de RNA monocatenario que causa el síndrome respiratorio agudo severo y es un patógeno zoonótico que se origina en los animales.

Su genoma está cubierto por una nucleocápside formada únicamente por la proteína N, la proteína de membrana (M), proteína S o espícula (S) y proteína de envoltura (E). La proteína S forma la espícula, la cual es determinante para la infección viral por el reconocimiento y enlazamiento con los receptores y para la entrada del virus al citoplasma de la célula hospedera (Santos y Salas, 2020). Este reconocimiento se lleva a cabo a través del dominio RBD en el interior de la proteína.

Cuando el SARS-CoV-2 invade nuestro organismo, ataca y se multiplica. Esta invasión, llamada infección, es lo que causa la enfermedad de la COVID-19. Una vez que este virus entra

al organismo y encuentra una célula que contiene el receptor ACE-2 (Angiotensin Converter Enzyme-2), provoca la invaginación del virus hacia el interior celular. En donde libera el genoma de RNA y se traduce en los ribosomas. Posteriormente, se traduce la Polimerasa viral la cual transcribe otros mensajeros del virus. Los cuales son traducidos en los ribosomas del retículo endoplásmico rugoso. Una vez formadas las proteínas se ensamblan formando el virión que se encapsula en una vesícula proveniente del Aparato de Golgi. Finalmente, el virión encapsulado es liberado por exocitosis de la célula hospedera, con el fin de iniciar nuevamente el ciclo de infección.

### **Vacunas contra el SARS-CoV-2**

Se entiende por vacuna a cualquier preparación destinada a generar inmunidad contra una enfermedad estimulando la producción de anticuerpos. El antígeno empleado para la vacuna contra el SARS-CoV-2 es la proteína S, particularmente el dominio RDB. Sin embargo, las farmacéuticas encargadas de su elaboración han recurrido a diferentes métodos con el fin de encontrar la más accesible, eficaz y rápida. A continuación, describiremos las reportadas hasta el momento para enfrentar a este virus:

- 1. Vacunas de virus inactivos:** Emplean cultivos celulares inactivados químicamente que contiene el RNA del dominio RBD, el que se expone en su superficie. Además, contienen genes de SARS-CoV-2 en versiones debilitadas de modo en que no produzca una complicación en caso de contraer el virus, se encuentran en cultivo celular. La vacuna representativa es CoronaVac de la farmacéutica Sinovac Biotech.
- 2. Vacunas recombinantes:** están elaboradas a partir de la proteína completa S recombinante. Estos tienen la proteína S expuesta pero no contienen el genoma viral.
- 3. Vacunas que emplean vectores:** están basadas en vectores de adenovirus modificados para expresar la proteína S. El adenovirus ha sido inhabilitado (incompetente) eliminando partes de su genoma para que no se pueda replicar *in vivo*. La mayoría de estos vectores se administran por vía intramuscular. Las vacunas representativas son: Vaxzevria (AstraZeneca-Universidad de Oxford), Sputnik V, Johnson & Johnson, CanSino y Patria.
- 4. Vacunas de nueva generación:** El RNA mensajero de la proteína S (modificada genéticamente) está encapsulado en una envoltura de nanopartículas lipídicas. El RNA entrará

a la célula y producirá la proteína en la superficie celular. La vacuna representativa Comirnaty de Pfizer-BioNTech.

### **¿Cómo funcionan las vacunas contra el SARS-CoV-2?**

El sistema inmunitario tiene diversas herramientas para combatir las infecciones. Estos lo hacen de diferentes maneras: los macrófagos son glóbulos blancos que digieren los agentes invasores y las células muertas. Estos dejan en el organismo los llamados antígenos, que son partes o restos de estos invasores (en el caso del SARS-CoV-2, el antígeno es la proteína S). Los linfocitos B y T son otro tipo de glóbulos blancos que actúan como defensa. En el caso del SARS-CoV-2, se ha visto que linfocitos B producen los anticuerpos IgG e IgM en contra de la proteína S. Mientras que los linfocitos T atacan a las células del organismo que ya están infectadas. Ambos ataques favorecen la unión de los macrófagos y otras células del sistema inmunológico para controlar la infección.

### **Las vacunas en control de pandemias**

Para continuar con nuestro estudio sobre el efecto que tienen las vacunas sobre el control de las pandemias se investigaron aquellas enfermedades que cumplieran con el criterio de ser pandémicas y que existiera una vacuna para la población.

La viruela es una de estas enfermedades, perteneciente a la familia de los Orthopoxvirus que cobró la vida del 35% de sus víctimas a lo largo de su historia en la humanidad, y dejó a otras personas ciegas, estériles o con cicatrices (National Geographic, 2017). Sin embargo, en 1980 la Asamblea Mundial de la Salud declaró erradicada la viruela, lo cual se logró a través de un control focalizado en combinación de la vacunación en anillo (The History of Vaccines, 2018). Esta vacuna empleó un virus conocido como Vaccinia el cual está recombinado con el genoma de la viruela, pero que no replica dentro de las células humanas (CDC, 2017). De esta forma, se aisló eficazmente la enfermedad, por lo que, el último caso de viruela silvestre ocurrió en Somalia en 1977 (The History of Vaccines, 2018).

Otro tipo de pandemia fue producida por la Influenza tipo A causada por el virus H1N1. Se estima que entre 151, 700 y 575, 400 personas murieron a nivel mundial durante el primer año que circuló el virus (CDC, 2019). Por lo que, se desarrollaron vacunas de virus atenuados y/o

inactivados (similares a la de Sinovac para SARS-CoV-2). Entre 2019 al 2020, la vacunación previno, en promedio, 7.5 millones de casos de influenza, 3.7 millones de consultas médicas, 105 mil hospitalizaciones y 6, 300 muertes, además se redujo el riesgo de asistir a consultas médicas por influenza de un 40% a 60% (CDC, 2021).

### **Reducción de mortalidad y morbilidad de la población por las campañas de vacunación.**

En Estados Unidos, el 39.9% del total de su población ha recibido la primera dosis de su cuadro de vacunación general, mientras que el 25.7% está completamente vacunada (CDC, 2021). El porcentaje de personas vacunadas está ligada a la disminución de visitas al departamento de emergencias y las hospitalizaciones entre las personas de 65 años o más (CDC, 2021). De esta manera, se demuestra el importante papel que desempeña la vacunación en la protección y prevención contra cualquier enfermedad (como el SARS-CoV-2), del mismo modo también impactan grandemente en la prevención de crisis hospitalarias y económicas.

### **Conclusiones**

A lo largo de la historia de la humanidad, han surgido enfermedades que se han distribuido ampliamente en el mundo y que causaron millones de muertes. Todas las vacunas que se han generado para el control de las pandemias han sido una oportunidad para la humanidad en la disminución de contagios, decesos y crisis hospitalarias. Las vacunas de nueva generación descritas aquí prometen una solución a corto y mediano plazo, así como una esperanza para el regreso a una nueva realidad post pandemia. Dichas vacunas se han elaborado rápidamente y agilizado su aprobación por las instituciones sanitarias correspondientes. Las circunstancias sanitarias actuales son el escenario perfecto para iniciar una nueva era en la carrera científica para desarrollar vacunas eficaces y de un bajo costo adquisitivo.

Asimismo, la vacunación forma parte de una respuesta de salud pública multifacética ante la pandemia por COVID-19 (y de otras que están por venir). Esta ha demostrado que los sistemas de salud, educación y económicos son altamente vulnerables y lejanos a las necesidades de las diversas sociedades.

## Bibliografía

1. Aspectos inmunológicos de la vacunación contra la COVID-19 (2020). Recuperado y modificado el 22 enero 2021 de: <https://neumoexpertos.org/>
2. Bastida L. (2020, abril 1º) "COVID-19: una historia — letraese." (2020). Recuperado y modificado el 21 enero 2021 de: <https://letraese.jornada.com.mx/2020/04/01/COVID-19-una-historia-2572.html>.
3. Cascella M, Rajnik M, Cuomo A, et al. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19) [Updated 2021 Jan 16]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
4. Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *Beneficios de la vacuna contra la influenza*. Recuperado el 18 de abril del 2021, de: <https://espanol.cdc.gov/flu/prevent/vaccine-benefits.htm>
5. Centers for Disease Control and Prevention. (2021). *COVID data tracker weekly review*. Recuperado el 20 de abril del 2021, de: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/covid-data/covidview/index.html>
6. Franco C. Lammoglia L. Santos. J. (2003). Perspectiva histórica de la viruela en México: aparición, eliminación y riesgo de reaparición por bioterrorismo. Recuperado el 20 de abril de 2021, de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2004/gm043h.pdf>
7. Información para entender cómo actúan las vacunas contra la COVID-19. (2021). Recuperado el 22 enero 2021 de: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/how-they-work.html>.
8. International Committee on Taxonomy of Viruses. (2012). *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses*. (9th). (806-828). Londres: ELSEVIER Academic Press.
9. Krammer, F. SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature* 586, 516–527 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2798-3>
10. Long, QX., Liu, BZ., Deng, HJ. *et al.* Respuestas de anticuerpos al SARS-CoV-2 en pacientes con COVID-19. *Nat Med* 26, 845–848 (2020). Recuperado 22 enero 2021 de: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0897-1>
11. National Geographic. (2017). *Viruela*. Recuperado el 20 de abril del 2021, de: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/viruela>
12. OMS. Cómo se desarrollan las vacunas . Obtenido de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/COVID-19-vaccines/how-are-vaccines-developed>. Fecha de acceso 27 enero 2021
13. OMS. Vacunas. Obtenido de: <https://www.who.int/topics/vaccines/es/>. Fecha de acceso 4 febrero 2021.
14. Santos, F & Salas, R. (2020). Origen, características estructurales, medidas de prevención, diagnóstico y fármacos potenciales para prevenir y controlar COVID-19. MEDwave. Recuperado el 4 de enero del 2021, de: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Revisiones/RevisionClinica/8037.act>
15. Shaffer, C. (2019, Febrero 26). El sistema de clasificación de Baltimore. News-Medical. Recuperado el 3 de enero del 2021, de: <https://www.news-medical.net/life-sciences/The->

Baltimore-Classification-System.aspx

16. The History of vaccines. (2018). *Erradicación de una enfermedad*. Recuperado el 19 de abril del 2021, de: <https://www.historyofvaccines.org/es/contenido/articulos/erradicaci%C3%B3n-de-una-enfermedad>
17. University of Oxford(2021).La vacunas de Oxford extiende el estudio de la vacuna COVID-19 a los niños. University of Oxford:reach.ox.ac.uk.<https://www.research.ox.ac.uk/Article/2021-02-12-oxford-university-extends-covid-19-vaccine-study-to-children>
18. Vaccines for Pandemic Threats. Recuperado el 20 de abril de 2021 de: <https://www.historyofvaccines.org/index.php/content/articles/vaccines-pandemic-threats>
19. Vacuna contra la viruela: Lo que debes de saber. (2002). Recuperado el 20 de abril de 2021, de:<https://www.hsd1.org/?view&did=13765#:~:text=La%20vacuna%20contra%20la%20viruela%20se%20elabora%20a%20partir%20de,el%20virus%20de%20la%20viruela>.
20. Zhou, P., Yang, XL., Wang, XG. *et al.* A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature* 579, 270–273 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>