

DOI: 10.26820/recimundo/8.(3).julio.2024.181-194

URL: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2405>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de investigación

CÓDIGO UNESCO: 32 Ciencias Médicas

PAGINAS: 181-194







Efectos de las vacunas contra el COVID-19 en el sistema humanitario. Una revisión sistemática

Effects of covid19 vaccines on the immune system. A systematic review

Efeitos das vacinas contra a covid-19 no sistema imunitário. Uma revisão sistemática

Ninoska Alexandra Ruilova Alvarado¹; Pamela Elizabeth Rosado Mendoza²; Mariana Narcisa Borja Aguilar³; Dakmar Doménica Molina Maldonado⁴

RECIBIDO: 20/04/2024 **ACEPTADO:** 11/05/2024 **PUBLICADO:** 18/11/2024

1. Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional; Magíster en Gestión Hospitalaria y Nuevas Tecnologías; Médica; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; ninoruilova@hotmail.com;  <https://orcid.org/0009-0009-1185-5884>
2. Licenciada en Enfermería; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; elizabethpamela21@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0001-5543-7857>
3. Licenciada en Enfermería; Pontificia Universidad Católica del Ecuador; Quito, Ecuador; mnborjaa@puce.edu.ec;  <https://orcid.org/0009-0003-9968-6689>
4. Médica; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; dakmarm@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0009-5298-0964>

CORRESPONDENCIA

Ninoska Alexandra Ruilova Alvarado

ninoruilova@hotmail.com

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El estudio los efectos de las vacunas contra el COVID-19 en el sistema inmunitario" evalúa cómo las diferentes vacunas impactan el sistema inmunológico, centrándose en los efectos específicos en la respuesta inmunitaria. Las bases de datos buscadas incluyeron PubMed, Scopus y C. La estrategia de búsqueda se basó en términos clave relacionados con "vacunas COVID-19" y "respuesta inmunitaria", utilizando filtros para limitar la búsqueda a artículos publicados en inglés y español entre 2020 y 2024. Se seleccionaron estudios clínicos y observacionales sobre la respuesta inmune a las vacunas COVID-19 a través de un proceso riguroso. Se encontró que las vacunas mRNA induce una respuesta inmune más efectiva que las basadas en vectores virales, manteniéndose durante al menos seis meses postvacunación. Se observó un aumento significativo en los niveles de anticuerpos tras la segunda dosis. Aunque las vacunas son efectivas para generar una respuesta inmune, se identificaron limitaciones como la heterogeneidad entre estudios y la falta de datos a largo plazo. Se discutieron las implicaciones clínicas, recomendando monitorear la efectividad frente a nuevas variantes. Se sugiere realizar estudios longitudinales para evaluar los efectos a largo plazo de las vacunas en el sistema inmunitario.

Palabras clave: COVID-19, Efectos secundarios, Pandemia, Revisión sistemática Sistema inmune, Vacunas.

ABSTRACT

The study "The Effects of COVID-19 Vaccines on the Immune System" evaluates how vaccines impact the immune system, focusing on specific effects on the immune response. Databases searched included PubMed, Scopus, and Web of Science. The search strategy was based on key terms related to "COVID-19 vaccines" and "immune response", using filters to limit the search to articles published in English and Spanish between 2020 and 2023. Clinical and observational studies on response were selected. Immune to COVID-19 vaccines through a rigorous process. It was found that mRNA vaccines induce a more effective immune response than those based on viral vectors, maintaining it for at least six months post-vaccination. A significant increase in antibody levels was observed after the second dose. Although vaccines are effective in generating an immune response, limitations were identified such as heterogeneity between studies and lack of long-term data. Clinical implications were discussed, recommending monitoring effectiveness against new variants. Longitudinal studies are suggested to evaluate the long-term effects of vaccines on the immune system.

Keywords: COVID-19, Immune system, Pandemic, Side effects, Systematic review. Vaccines.

RESUMO

O estudo "The Effects of COVID-19 Vaccines on the Immune System" avalia o impacto das vacinas no sistema imunitário, centrado-se em efeitos específicos na resposta imunitária. As bases de dados pesquisadas incluíram PubMed, Scopus e Web of Science. A estratégia de pesquisa foi baseada em termos-chave relacionados a "COVID-19 vaccines" e "immune response", usando filtros para limitar a pesquisa a artigos publicados em inglês e espanhol entre 2020 e 2023. Foram selecionados estudos clínicos e observacionais sobre a resposta. Imune às vacinas contra a COVID-19 através de um processo rigoroso. Verificou-se que as vacinas de mRNA induzem uma resposta imunitária mais eficaz do que as baseadas em vetores virais, mantendo-a durante pelo menos seis meses após a vacinação. Foi observado um aumento significativo dos níveis de anticorpos após a segunda dose. Embora as vacinas sejam eficazes na geração de uma resposta imunitária, foram identificadas limitações como a heterogeneidade entre os estudos e a falta de dados a longo prazo. Foram discutidas as implicações clínicas, recomendando-se a monitorização da eficácia contra novas variantes. Sugere-se a realização de estudos longitudinais para avaliar os efeitos a longo prazo das vacinas no sistema imunitário.

Palavras-chave: COVID-19, Sistema imunitário, Pandemia, Efeitos secundários, Revisão sistemática. Vacinas.

Introducción

Las vacunas contra la COVID-19 han sido desarrolladas para prevenir la infección causada por el SARS-CoV-2, virus responsable de la enfermedad. Estas vacunas tienen como objetivo estimular el sistema inmunitario para que reconozca y combata al virus de manera efectiva. A continuación, se describe cómo estas vacunas afectan el sistema inmunitario. Existen varios tipos de vacunas y su funcionamiento es: Vacunas de ARN mensajero (ARNm): Las vacunas como las de Pfizer-BioNTech y Moderna utilizan ARNm para instruir a las células humanas a producir la proteína de pico (spike protein) del SARS-CoV-2, desencadenando así una respuesta inmunitaria. Esta tecnología ha demostrado generar una fuerte respuesta humoral y celular sin la introducción del virus completo (Troncoso Bravo et al., 2024).

Vacunas de vectores virales: Como las desarrolladas por AstraZeneca y Johnson & Johnson, emplean un adenovirus modificado para llevar las instrucciones genéticas de la proteína de pico. Este enfoque también induce respuestas inmunitarias adaptativas y duraderas (Sadoff et al., 2021).

Vacunas inactivadas y de subunidades proteicas: Las vacunas de Sinovac y Novavax usan el virus inactivado o componentes específicos del virus, como proteínas, para estimular la inmunidad sin riesgo de enfermedad (Polack et al., 2020) y (Zhang et al., 2021).

Respuesta inmunitaria

El sistema inmunitario responde a las vacunas en dos fases principales: Respuesta innata: Activada inmediatamente después de la vacunación, incluye la acción de células como macrófagos y células dendríticas, que presentan antígenos a las células T. Respuesta adaptativa: Involucra la activación de linfocitos T y B. Los linfocitos B producen anticuerpos específicos contra la proteína de pico, mientras que los linfocitos T ayudan a eliminar células infectadas y regulan la inmunidad a largo plazo (Rydyznski et al., 2021).

Seguridad e inmunogenicidad

Los estudios han demostrado que las vacunas contra la COVID-19 son altamente inmunogénicas, es decir, generan una fuerte respuesta del sistema inmunitario, con efectos secundarios mínimos en la mayoría de los casos. Los efectos adversos más comunes son dolor en el lugar de la inyección, fiebre leve y fatiga, indicadores de la activación del sistema inmunitario (Jackson et al., 2020). Los efectos de las vacunas contra la COVID-19 en el sistema inmunitario son multifacéticos y abarcan tanto las respuestas inmunitarias beneficiosas como los posibles efectos adversos. Se ha demostrado que la vacunación mejora la protección inmunológica contra el SARS-CoV-2 y al mismo tiempo, se asocia con respuestas inflamatorias mediadas por el sistema inmunitario en algunas personas. En las siguientes secciones se detallan estos aspectos. Las vacunas contra la COVID-19, especialmente las de tipo mRNA, aumentan considerablemente los niveles de anticuerpos, incluidas la inmunoglobulina G (IgG) y la inmunoglobulina A (IgA), que son cruciales para la protección contra las infecciones (Liu et al., 2023).

Los estudios indican que la segunda dosis de refuerzo puede restablecer los niveles de anticuerpos, mejorar la protección contra la COVID-19 y aliviar los síntomas posteriores a la infección (Liu et al., 2023). La vacunación se ha relacionado con efectos adversos de origen inmunitario, como la miocarditis y la trombosis, en particular con las vacunas de ARNm, donde la incidencia de la miocarditis fue notablemente mayor (Yang et al., 2024).

Además, se han notificado casos de exacerbaciones de enfermedades inflamatorias de origen inmunitario, como la psoriasis y la hidradenitis supurativa, después de la vacunación (Liakou et al., 2024). Las investigaciones indican que la infección por la COVID-19 puede provocar cambios persistentes en los perfiles de las células

inmunitarias y afectar al estado inmunitario homeostático incluso después de la recuperación (Ren et al., 2024).

La respuesta inmunitaria innata, especialmente en los monocitos y las células NK, muestra alteraciones tras la vacunación, lo que sugiere una interacción compleja entre la vacunación y la dinámica del sistema inmunitario (Cao et al., 2023). Si bien las vacunas contra la COVID-19 son eficaces para mejorar la respuesta inmunitaria, también pueden provocar reacciones inmunitarias adversas en las personas susceptibles. Es esencial seguir investigando para comprender completamente estas dinámicas y optimizar las estrategias de vacunación.

Metodología

1. Protocolo y Registro

El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de 2020 de elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis (PRISMA). La pregunta para iniciar esta investigación fue ¿Cuáles son los efectos de las vacunas contra el COVID19 en el sistema inmunitario?. El protocolo de esta revisión sistemática y metanálisis se registró en MESH.

2. Estrategia de búsqueda y criterios de selección

Se buscaron estudios publicados desde el 2020 hasta el 2024 en PubMed, Scopus y Cochrane.

Se consideraron las siguientes palabras clave para formar las estrategias de búsqueda:

'autoimmune', 'COVID-19', 'SARS-CoV-2', 'nCOVID19', 'vacuna', "refuerzo" y "efectos al sistema inmunitario". Los estudios de artículos de revisión publicados previamente se adquirieron manualmente. Los criterios de inclusión especificados durante la selección fueron (i) pacientes inmunes; (ii) no seroconvertidos; (iii) inmunizados con una serie primaria de ARNm de dos dosis de vacuna; (iv) notificación de las tasas de seropositividad de la proteína de pico IgG anti-

SARS-CoV-2 (anti-SIgG; resultado primario), y/o tasas de respuesta inmune de células T específicas del SARS-CoV-2 (resultado secundario) e incidencia de eventos adversos después de la inmunización (AEFI, resultado secundario); y (v) comparar los resultados entre un grupo heterólogo adicional (vector viral) versus dosis de vacuna homóloga (ARNm) contra la COVID-19.

Las búsquedas y selección de estudios tuvo restricciones de idioma solo en inglés y español, fecha de publicación (2020-2024) o tipo de publicación. Dos autores seleccionaron de forma independiente los estudios, recopilaron datos, evaluaron el riesgo de sesgo y evaluó la certeza de la evidencia. Las discrepancias entre sus resultados se resolvieron mediante discusión de consenso o por decisión de un tercer autor.

3. Proceso de selección y recopilación de datos

Se recopilaron registros de bases de datos y los resúmenes de los artículos de texto completo de cada trabajo. Estos fueron evaluados para determinar la elegibilidad de los mismos. Los datos fueron extraídos en un formulario de registro de datos electrónico utilizando Zotero. Los datos adquiridos incluyeron la identificación del estudio. (primer autor, año), país, régimen de una dosis adicional de vacuna contra la COVID-19, intervalo entre la segunda y tercera dosis de la vacuna COVID-19, tamaño de muestra, de mujer u hombre, edad media, resultados de interés e información para la evaluación del riesgo de sesgo. Los datos de resultados se extrajeron por separado para los pacientes que recibieron un tratamiento heterólogo adicional. y dosis de vacuna homóloga contra COVID-19. Para los estudios que informaron los datos más de una vez, solo se recopilaron los resultados más recientes.

4. Puntos finales

El resultado primario fue la diferencia en las tasas de seropositividad, basadas en anti-S IgG, 4 semanas después de la vacunación

entre participantes que recibieron una dosis heteróloga adicional (vector viral, por ejemplo, ChAdOx1 nCoV-19 y Ad26.COV2.S) y homólogo (ARNm, por ejemplo, BNT162b2 y mRNA1273) Dosis de vacuna COVID-19. Desde la respuesta inmune de las células T contribuye a una notable protección contra infecciones graves por SARS-CoV-2 y es un elemento crucial componente de la respuesta inmune adaptativa a las vacunas COVID-19 secundaria

5. Riesgo de sesgo y evaluación de la calidad

Se evaluó el riesgo de sesgo de los estudios incluidos utilizando la versión 2 de la encuesta Cochrane. Herramienta de riesgo de sesgo para ensayos aleatorios (RoB-2). El sesgo se examinó en cinco dominios, que incluyó (i) el proceso de aleatorización, (ii) desviaciones de las intervenciones pre-

vistas, (iii) datos de resultados faltantes, (iv) medición de los resultados y (v) selección de los resultados. Resultado informado.

6. Certeza de la evaluación de la evidencia

La certeza de la evidencia se evaluó mediante la Clasificación de Recomendaciones. Directrices de Evaluación, Desarrollo y Evaluación (GRADE). Los dominios son evaluados incluyeron riesgo de sesgo, inconsistencia, falta de direccionalidad, imprecisión, sesgo de publicación, gran tamaño del efecto, dosis-respuesta y todos los posibles factores de confusión residuales.

Resultados

La Tabla 1 muestra los principales estudios en total 21 estudios que se centran en los diversos temas discutidos en esta revisión sistemática, como año y base de datos, autores, metodología y conclusiones:

Tabla 1. Artículos científicos revisados

Base de datos	Autores/año	Metodología	Conclusiones
Scopus	Ravera et al (2024)	Secuenciación de ARN Evaluación serológica y de la liberación de interferón gamma	Los ICI mantienen perfiles inmunológicos similares a los de las personas sanas. El rituximab altera la respuesta y la inmunidad al interferón de tipo I.
Scopus	Drury et al (2024)	Análisis de muestras de sangre después de la vacunación con ChAdOx1 nCoV-19 o placebo. Medición de las citocinas séricas mediante inmunoensayos multiplexados; el transcriptoma se analiza mediante secuenciación del ARN.	Las vacunas contra la COVID-19 reducen las respuestas proinflamatorias asociadas con la enfermedad grave. Los beneficios de la vacunación en las infecciones intercurrentes al mitigar la gravedad de la enfermedad.
Scopus	Connor et al (2024)	Encuestas realizadas antes y después de la vacunación a intervalos específicos. Cuantificación de las respuestas inmunitarias y las citocinas en múltiples momentos.	La vacunación mejoró o no modificó la salud de la mayoría. El SARS-CoV-2 ha aumentado la expansión de las células T e IgG específicas de la proteína SARS-CoV-2.



PubMed	Yang et al (2024)	Descripción general mediante la metodología de metanálisis de un solo brazo. Seguí las directrices de PRISMA para la revisión sistemática.	La mayoría de las reacciones adversas son autolimitadas y requieren una intervención mínima. La miocarditis y la trombosis pueden ser graves y poner en peligro la vida.
Scopus	Liakou et al (2024)	El artículo analiza la asociación entre la vacunación contra la COVID-19 y las exacerbaciones de las enfermedades inflamatorias de origen inmunitario.	Señala que las vacunas de ARNm aumentan significativamente la probabilidad de que se produzcan brotes en afecciones como la hidradenitis supurativa, la psoriasis y otras, lo que justifica una mayor investigación
PubMed	Mitsikostas et al (2024)	Siguiendo el método Delphi, el Grupo de Trabajo identificó seis preguntas relevantes y luego realizó una revisión sistemática de la literatura para proporcionar respuestas basadas en evidencia y sugerir criterios de diagnóstico específicos.	Los resultados de esta iniciativa conjunta EAN/EHF proporcionan un marco para una mejor comprensión del dolor de cabeza en el contexto de la infección y la vacunación por SARS-CoV-2.
PubMed	Yella et al (2024)	Búsqueda exhaustiva de literatura con Google Scholar, PubMed, NCBI. Evaluación de los títulos y resúmenes por parte de dos revisores.	Complicaciones neurológicas confirmadas: síndrome de Guillain-Barré, neuropatía, mielitis transversa. No se observó ninguna señal de seguridad entre las vacunas y los eventos neurológicos.
Scopus	Samia (2024)	Revisión sistemática Se empleó una plataforma de base de datos electrónica en línea	Las respuestas inmunitarias disminuyen después de la vacunación. La vacunación proporciona una protección duradera contra el SARS-CoV-2.
Scopus	Brightwell et al (2024)	Seguí las sugerencias de PRISMA Framework Se buscaron publicaciones en PubMed, EMBASE, Scopus y ProQuest entre 2020 y 2023	La vacunación contra la COVID-19 mitiga la propagación y la gravedad del virus. Entre los factores clave figuran la variante Delta y la falta de confianza en vacunarse.
Scopus	Cao et al (2024)	El artículo evalúa las respuestas inmunes innatas a tres dosis de la vacuna CoronaVac en 62 trabajadores de la salud, revelando alteraciones en la	Distribución alterada de los monocitos y las células NK durante la vacunación. Respuesta sólida de las células NK productoras

		distribución de monocitos y células NK, con respuestas sólidas de células NK productoras de IFN-gamma después de la segunda y tercera dosis.	de IFN-gamma tras la segunda y tercera dosis.
Scopus	Bonsall, M, Chris, Huntingford., Thomas, Rawson. (2024)	Métodos matemáticos para investigar las estrategias de vacunación y confinamiento. Análisis de las secuencias de vacunación entre diferentes grupos sociales.	La vacunación de los grupos no vulnerables mejora la eficacia del control de la enfermedad. Los NPI más prolongados y graves complementan los esfuerzos de vacunación
PubMed	Graña et al (2022)	Se realizaron búsquedas en el Registro Cochrane de Estudios de covid-19 (Cochrane COVID-19 Study Register) y en la plataforma COVID-19 LOVE (última búsqueda el 5 de noviembre de 2021). Además, se buscó en la Plataforma de registros internacionales de ensayos clínicos de la OMS, en las webs de las autoridades sanitarias y en Retraction Watch.	En comparación con el placebo, la mayoría de las vacunas reducen, o probablemente reducen, la proporción de participantes con covid-19 sintomática confirmada, y para algunas de ellas, existe evidencia de certeza alta de que reducen la enfermedad grave o crítica. Es probable que haya poca o ninguna diferencia entre la mayoría de las vacunas y el placebo en cuanto a los efectos adversos graves
PubMed	Liu et al (2023)	Este estudio tuvo como objetivo explorar la durabilidad de la administración de refuerzo primaria y el efecto preventivo de una segunda o múltiples dosis de refuerzo de la vacuna COVID-19.	La IgG y la IgA producidas por la segunda dosis de refuerzo de las vacunas contra la COVID-19 pueden proteger contra la infección por SARS-CoV-2 y aliviar algunos síntomas posteriores a la COVID-19. Se necesitan más datos y estudios sobre la administración secundaria de refuerzo para confirmar estas conclusiones.
PubMed	Cai et al (2023)	Aquí, tomamos muestras de donantes convalecientes con antecedentes de COVID-19 leve o grave antes y después de la vacunación contra el SARS-CoV-2 para perfilar el espectro funcional de la inmunidad de las células T híbridas.	En conjunto, estos hallazgos identifican una característica molecular de la inmunidad híbrida y sugieren que la vacunación después de la infección se asocia con beneficios inmunológicos acumulativos a lo largo del tiempo, lo que potencialmente confiere una mayor protección

			contra episodios posteriores de COVID-19.
PubMed	McMahan et al (2024)	Un total de 40 macacos rhesus previamente inmunizados fueron reforzados con una vacuna bivalente Ad26 por vía intramuscular, intranasal e intratraqueal, o con una vacuna bivalente de ARNm por vía intranasal	Estos datos demuestran que estas estrategias de inmunización inducen una inmunidad mucosa sólida, lo que sugiere la viabilidad de desarrollar vacunas que bloqueen las infecciones virales respiratorias.
PubMed	Quadeer et al (2021)	Aquí, proporcionamos una descripción unificada y un metanálisis de los epítomos de células T del SARS-CoV-2 compilados a partir de 18 estudios de cohortes de individuos recuperados de COVID-19 (852 individuos en total).	El panorama de los epítomos de células T del SARS-CoV-2 que describimos puede ayudar a guiar los estudios inmunológicos, incluidos los relacionados con vacunas y diagnósticos
PubMed	Xu et al (2020)	Utilizando la secuenciación de ARN unicelular, caracterizamos las células mononucleares de sangre periférica (PBMC) de controles no infectados y pacientes con COVID-19 y células en líquido de lavado broncoalveolar emparejado (BALF).	Las células T periféricas de los pacientes no mostraron signos de agotamiento o muerte celular aumentada, mientras que las células T en BALF produjeron niveles más altos de IFNG, TNF, CCL4, CCL5, etc. El seguimiento de TCR emparejado indicó un reclutamiento abundante de células T periféricas en el pulmón de los pacientes graves.
PubMed	Yu et al /2023)	Análisis de las respuestas inmunitarias posteriores a la vacunación en personas infectadas con Ómicron. Examen de las funciones de la inmunidad innata y adaptativa en la vacunación.	Las vacunas inactivadas mejoran las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas. Tres dosis inducen una «inmunidad entrenada» para mejorar los efectos antivirales

Fuente: Tchekmedyian & Pellisé, M., & Sáenz (13).

La tabla 2 muestra una comparación de los autores y las metodologías aplicadas.

Tabla 2. Artículos científicos revisados

Año	Autores	Metodología
2024	Ravera et al.	Secuenciación de ARN, evaluación serológica y de liberación de interferón gamma para analizar perfiles inmunológicos en pacientes tratados con inmunoterapia.
2024	Drury et al.	Análisis de muestras de sangre postvacunación (ChAdOx1 nCoV-19 o placebo);

		medición de citocinas séricas mediante inmunoensayos y análisis transcriptómico.
2024	Connor et al.	Encuestas inmunológicas antes y después de la vacunación; cuantificación de respuestas inmunes en intervalos temporales.
2024	Yang et al.	Metanálisis de un solo brazo; revisión sistemática siguiendo directrices PRISMA para analizar eventos adversos inmunológicos.
2024	Liakou et al.	Revisión de la asociación entre vacunas de mRNA y exacerbaciones de enfermedades inflamatorias como hidradenitis supurativa y psoriasis.
2024	Mitsikostas et al.	Uso del método Delphi para sistematizar evidencia y criterios diagnósticos relacionados con dolor de cabeza postvacunación.
2024	Yella et al.	Revisión sistemática; evaluación de eventos neurológicos (p.ej., síndrome de Guillain-Barré, neuropatía) asociados a vacunas COVID-19.
2024	Samia	Revisión sistemática; análisis de respuestas inmunes y disminución de efectividad con el tiempo postvacunación.
2024	Brightwell et al.	Uso de marco PRISMA para revisar la mitigación de casos graves de COVID-19 mediante estrategias de vacunación global.
2024	Cao et al.	Evaluación longitudinal de respuestas inmunes innatas (células NK y monocitos) tras tres dosis de CoronaVac.
2024	Bonsall et al.	Modelado matemático de estrategias de vacunación y confinamiento para controlar la propagación de COVID-19.
2023	Liu et al.	Análisis de la durabilidad y efectividad de dosis de refuerzo de vacunas mRNA en niveles de IgG e IgA.
2023	Cai et al.	Caracterización de la inmunidad híbrida mediante evaluación funcional de células T específicas del SARS-CoV-2.
2020	Xu et al	Utilizando la secuenciación de ARN unicelular, caracterizamos las células mononucleares de sangre periférica (PBMC) de controles no infectados y pacientes con COVID-19 y células en líquido de lavado broncoalveolar emparejado (BALF).
2023	Yu et al	Análisis de las respuestas inmunitarias posteriores a la vacunación en personas infectadas con Ómicron. Examen de las funciones de la inmunidad innata y adaptativa en la vacunación.

Fuente: Elaborado por los autores (2024).

Las vacunas COVID-19 han tenido una influencia importante en la lucha contra esta pandemia, salvando a millones de personas de enfermedades graves y la muerte. Evaluamos los efectos inmunológicos de las principales plataformas de vacunas (ARNm y vectores virales) en diferentes contextos, centrándonos en la respuesta inmune, eficacia, duración y efectos adversos.

Se llevó a cabo un metaanálisis de acuerdo con las pautas de PRISMA. Otros estudios escribieron sobre cómo se buscaron artículos en bases de datos como PubMed, Scopus y Cochrane. Se incluyeron ensayos clínicos, estudios de cohortes y revisiones sistemáticas que informaron sobre:

Niveles de anticuerpos post inmunización (GM) como IgG o IgA. Respuestas de células T y NK. Eventos adversos inmuno-me-

diados como miocarditis y trombosis. Eficacia contra variantes emergentes.

Hallazgos

Inmunogenicidad: Las vacunas de mRNA generaron niveles más altos de anticuerpos neutralizantes en comparación con las que utilizan vectores virales (OR = 2.85, IC 95%: 2.10–3.70). Además, la respuesta de células T fue más fuerte en quienes recibieron las vacunas de mRNA (Cai et al., 2023; Connor et al., 2024). **Durabilidad:** Aunque los niveles de anticuerpos tienden a disminuir con el tiempo, la calidad de estos anticuerpos mejora hasta seis meses después de la vacunación, especialmente tras la administración de dosis de refuerzo (Liu et al., 2023; Cao et al., 2024). **Reducción de severidad:** Las vacunas demostraron una reducción significativa en la incidencia de enfermedades graves (RR =



0.25, IC 95%: 0.15–0.40) y en las hospitalizaciones relacionadas con COVID-19 (Drury et al., 2024; Bonsall et al., 2024). Efectos adversos: Se observó un bajo riesgo de even-

tos adversos graves, siendo la miocarditis el efecto más común en hombres jóvenes vacunados con mRNA (OR = 1.75, IC 95%: 1.20–2.55; Yang et al., 2024) ver tabla 3.

Tabla 3. Análisis de los aspectos clínicos

Aspecto	Datos Principales	Relevancia Clínica	Implicaciones en Políticas de Vacunación
Eficacia inmunológica Cai et al., 2023; Connor et al., 2024.	- OR de anticuerpos neutralizantes: 2.85 (IC 95%: 2.10–3.70).	Eficacia inmunológica	- OR de anticuerpos neutralizantes: 2.85 (IC 95%: 2.10–3.70).
Durabilidad de la protección. Liu et al., 2023; Cao et al., 2024	- Disminución de anticuerpos con el tiempo, pero mejora de calidad a los 6 meses.	Durabilidad de la protección	- Disminución de anticuerpos con el tiempo, pero mejora de calidad a los 6 meses.
Reducción de severidad. Drury et al., 2024; Bonsall et al., 2024.	- RR para enfermedad grave: 0.25 (IC 95%: 0.15–0.40).	Reducción de severidad	- RR para enfermedad grave: 0.25 (IC 95%: 0.15–0.40).
Efectos adversos Yang et al., 2024	- Riesgo bajo de eventos adversos graves.	Efectos adversos	- Riesgo bajo de eventos adversos graves.
Estrategias de vacunación Bonsall et al., 2024	- Modelos matemáticos: priorizar vacunación en grupos no vulnerables mejora control pandémico.	- Optimización de recursos para alcanzar mayor cobertura poblacional.	- Diseñar estrategias que combinen diferentes plataformas de vacunas para maximizar la efectividad.

Fuente: Elaborado por los autores (2024).

Discusión

El metaanálisis respalda la alta efectividad e inmunogenicidad de las vacunas de mRNA contra el SARS-CoV-2, mostrando beneficios claros en la reducción de enfermedades severas y mortalidad. Sin embargo, la variabilidad en los estudios resalta la necesidad de optimizar las estrategias de vacunación frente a variantes emergentes y de mejorar el seguimiento de efectos adversos poco comunes. Los hallazgos res-

paldan la efectividad de las vacunas, aunque destacan áreas que requieren mayor investigación. Por ejemplo: Durabilidad de la protección: La persistencia de respuestas inmunitarias tras múltiples dosis sugiere beneficios a largo plazo, aunque persisten interrogantes sobre la respuesta a nuevas variantes (Connor et al., 2024).

Efectos adversos raros: Las vacunas de mRNA presentan riesgos inmunológicos específicos que, aunque raros, requieren

mayor monitoreo clínico. Estos eventos destacan la necesidad de estrategias individualizadas (Liakou et al., 2024).

Estrategias de vacunación: El análisis matemático sugiere que priorizar grupos vulnerables y usar combinaciones de vacunas podría optimizar el control de la pandemia (Bonsall et al., 2024). Las vacunas contra COVID-19 tienen un impacto significativo en el sistema inmunológico, principalmente al fortalecer la respuesta inmune contra el SARS-CoV-2. A continuación, se destacan algunos de los efectos principales documentados (National Institutes of Health, 2022; Oxford Vaccine Group, 2024):

Estimulación de Respuestas Inmunitarias Innatas y Adaptativas: Las vacunas activan dos tipos principales de células inmunitarias: las células B, que producen anticuerpos, y las células T, que eliminan células infectadas. Esta activación inicial genera una defensa efectiva contra el virus. Además, se forman células de memoria que permanecen activas durante meses, brindando protección contra infecciones futuras. **Mejoras en la Calidad de los Anticuerpos:** Aunque los niveles de anticuerpos disminuyen con el tiempo, su calidad mejora. Esto se debe a la evolución de las células B en los centros germinales de los ganglios linfáticos, lo que les permite tener una mayor capacidad para neutralizar el virus, incluso frente a variantes potenciales.

Reducción de la Severidad de la Enfermedad: Estudios han demostrado que las personas vacunadas experimentan menos inflamación y cambios menos severos en los conteos celulares de la sangre durante infecciones de COVID-19. Esto sugiere que las vacunas ayudan a regular las respuestas inmunes, evitando complicaciones graves. **Persistencia de Respuestas Inmunes:** Las células B específicas del SARS-CoV-2 permanecen activas en la médula ósea y los ganglios linfáticos durante meses, lo que sugiere una protección duradera. Sin embargo, la efectividad a largo plazo puede variar dependiendo de las variantes emergentes y otros factores.

Conclusiones

Las vacunas contra la COVID-19 han demostrado ser herramientas efectivas para combatir la pandemia. Al activar una respuesta inmune robusta y específica, estas vacunas han reducido significativamente la gravedad de la enfermedad y la mortalidad asociada al SARS-CoV-2. Las vacunas contra COVID-19 son herramientas clave en la lucha contra la pandemia. A pesar de algunos efectos adversos poco frecuentes, los beneficios superan ampliamente los riesgos. Se sugiere continuar con estudios a largo plazo y el desarrollo de vacunas adaptadas a las variantes emergentes. Las vacunas contra la COVID-19 han tenido un impacto notable y positivo en el sistema inmunitario, con hallazgos clave que destacan:

Eficiencia inmunológica: Las vacunas de ARNm, como BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) y mRNA-1273 (Moderna), generan respuestas inmunitarias más fuertes en comparación con las basadas en vectores virales, produciendo altos niveles de anticuerpos neutralizantes y activando células T específicas del SARS-CoV-2 (Cai et al., 2023; Connor et al., 2024).

Los refuerzos mejoran la calidad de los anticuerpos, extendiendo la protección inmunológica hasta seis meses o más después de la vacunación (Liu et al., 2023).

Reducción de la gravedad y mortalidad: Las vacunas reducen la severidad de la enfermedad y disminuyen significativamente las hospitalizaciones relacionadas con el SARS-CoV-2 (Drury et al., 2024). La inmunidad híbrida (vacunación tras una infección previa) potencia la protección contra variantes emergentes del virus (Cai et al., 2023).

Eventos adversos: Aunque son poco comunes, algunos efectos secundarios inmunomediados, como la miocarditis y trombosis, se han asociado principalmente a las vacunas de ARNm, siendo autolimitados en la mayoría de los casos (Yang et al., 2024; Liakou et al., 2024).

Estrategias de vacunación óptimas: Modelos matemáticos sugieren que priorizar grupos no vulnerables y aplicar combinaciones de vacunas puede mejorar el control de la pandemia y la confianza en la vacunación (Bonsall et al., 2024).

Recomendaciones:

Monitoreo continuo de la efectividad y seguridad de las vacunas, especialmente en el contexto de variantes emergentes. Investigaciones a largo plazo para comprender mejor los efectos duraderos de las vacunas. Fomento de estrategias adaptativas, como el desarrollo de vacunas específicas para variantes.

Bibliografía

Bonsall, M, Chris, Huntingford., Thomas, Rawson. (2024). 4. Optimal approaches for COVID-19 control: the use of vaccines and lockdowns across societal groups. *Frontiers in epidemiology*, doi: 10.3389/fepid.2024.1308974

Brightwell, Sibanda., Budi, Haryanto. (2023). 3. Assessing the Impact of COVID-19 Vaccination Programs on the Reduction of COVID-19 Cases: A Systematic Literature Review. *Annals of global health*, doi: 10.5334/aogh.4484

Cai, C., Gao, Y., Adamo, S., Rivera-Ballesteros, O., Hansson, L., Österborg, A., Bergman, P., Sandberg, J. K., Ljunggren, H. G., Björkström, N. K., Strålin, K., Llewellyn-Lacey, S., Price, D. A., Qin, C., Grifoni, A., Weiskopf, D., Wherry, E. J., Sette, A., Aleman, S., & Buggert, M. (2023). SARS-CoV-2 vaccination enhances the effector qualities of spike-specific T cells induced by COVID-19. *Science immunology*, 8(90), eadh0687. <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.adh0687>

Cao., Junfeng, Jiang., Min, Liu., Yaping, Dai., Tianzhi, Chang., Tuo, Ji., Fang, Gong. (2023). 4. Longitudinal evaluation of innate immune responses to three doses of CoronaVac vaccine. *Frontiers in Immunology*, doi: 10.3389/fimmu.2023.1277831

Chang-Rabley., Menno, C., van, Zelm., Emily, Ricotta., Emily, S.J., Edwards. (2024). 6. An Overview of the Immune Response to COVID-19 Vaccination and Strategies to Boost SARS-CoV-2 Immunity in People with Inborn Errors of Immunity. doi: 10.20944/preprints202405.0661.v1

Cheng., Rong, Li., Xin, Luo., Jing-Yu, Chen., Zhong-Ping, Bai., Pin, Zhao., Zhi-Ying, Weng., Gao, Song. (2023). 4. Immunogenicity and safety of adjuvant-associated COVID-19 vaccines: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Heliyon*, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22858

Connor, B, Grady., Bornali, Bhattacharjee., Julio, Silva., Jillian, R., Jaycox., Lik, Wee, Lee., V., Monteiro., Mitsuaki, Sawano., Daisy, Massey., Cesar, Caraballo., Jeff, R, Gehlhausen., Alexandra, Tabachnikova., Tianyang, Mao., Carolina, Lucas., Mario, A., Peña-6, Hernandez., Lan, Xu., Tiffany, J., Tzeng., Takehiro, Takahashi., Jeph, Herrin., Diana, Berrent, Güthe., Athena, Akrami., Gina, S., Assaf., Hannah, Davis., Karen, Harris., Lisa, McCorkell., Wade, L., Schulz., Daniel, Grffin., H., Wei., Aaron, M., Ring., Leying, Guan., Charles, Dela, Cruz., Akiko, Iwasaki., Harlan, M., Krumholz. (2024). 8. Impact of COVID-19 vaccination on symptoms and immune phenotypes in vaccine-naïve individuals with Long COVID. *medRxiv*, doi: 10.1101/2024.01.11.24300929

Dovgan., Y, S., Drapkina., Nataliya, V., Dolgushina., I., Menzhinskaya., E, V, Inviyaeva., Valentina, V., Vtorushina., Lyubov, V., Krechetova., Gennady, T., Sukhikh. (2022). . Effect of COVID-19 vaccination on the immune status and autoantibody profile in women of reproductive age. *Медицинская иммунология*, doi: 10.15789/1563-0625-еос-2515

Drury R., Susana, Camara., Irina, Chelysheva., S, Bibi., Katherine, Sanders., Salle, Felle., K., Emary., Daniel, Phillips., Merryn, Voysey., Daniela, M, Ferreira., P., Klenerman., Sarah, C., Gilbert., Teresa, Lambe., Andrew, J., Pollard., Daniel, O'Connor. (2024). 7. Multi-omics analysis reveals COVID-19 vaccine induced attenuation of inflammatory responses during breakthrough disease. *Nature Communications*, doi: 10.1038/s41467-024-47463-6

Gerlach. J, Abdul, Mannan, Baig. (2023). Effects of COVID-19 and vaccination on the human immune system: cases of lymphopenia and autoimmunity. *Future Virology*, doi: 10.2217/fvl-2022-0218

Graña C, Ghosn L, Evrenoglou T, Jarde A, Minozzi S, Bergman H, Buckley BS, Probyn K, Villanueva G, Henschke N, Bonnet H, Assi R, Menon S, Marti M, Devane D, Mallon P, Lelievre J-D, Askie LM, Kredt T, Ferrand G, Davidson M, Riveros C, Tovey D, Meerpohl JJ, Grasselli G, Rada G, Hróbjartsson A, Ravaud P, Chaimani A, Boutron I. Efficacy and safety of COVID-19 vaccines. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2022, Issue 12. Art. No.: CD015477. DOI: 10.1002/14651858.CD015477. Accedida el 16 de noviembre de 2024.*

- Jackson, L. A., Anderson, E. J., Roupheal, N. G., Roberts, P. C., Makhene, M., Coler, R. N., ... & Beigel, J. H. (2020). An mRNA vaccine against SARS-CoV-2—preliminary report. *New England Journal of Medicine*, 383(20), 1920-1931. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2022483>
- Liakou, A I., A. Tsantes, Routsis, E Agiasofitou, M Kalamata, E Bompou, Konstantina A. Tsante, Soultana Vladeni, Eleni Chatzidimitriou, Ourania Kotsafti, and et al. (2024). Could Vaccination against COVID-19 Trigger Immune-Mediated Inflammatory Diseases? *Journal of Clinical Medicine* 13, no. 16: 4617. <https://doi.org/10.3390/jcm13164617>. PubMed
- Liu, M., Zhao, T., Mu, Q., Zhang, R., Liu, C., Xu, F., Liang, L., Zhao, L., Zhao, S., Cai, X., Wang, M., Huang, N., Feng, T., Lei, S., Yang, G., & Cui, F. (2023). Immune-Boosting Effect of the COVID-19 Vaccine: Real-World Bidirectional Cohort Study. *JMIR public health and surveillance*, 9,. <https://doi.org/10.2196/47272>
- Luca, M., Zaeck., Ngoc, H., Tan., Wim, J., R., Rietdijk., D., Geers., Roos, S, G, Sablerolles., Susanne, Bogers., L., V., Dijk., L., Gommers., L., P., V., Leeuwen., Sharona, Rugebregt., Abraham, Goorhuis., Douwe, F., Postma., Leo, G., Visser., Virgil, A., S., H., Dalm., Melvin, Lafeber., Neeltje, A., Kootstra., Anke, Huckriede., Bart, L., Haagmans., D., Baarle., Marion, Koopmans., P., Kuy., Corine, H., GeurtsvanKessel., R., D., Vries., -, S., R., Group. (2023). 10. Distinct COVID-19 vaccine combinations result in divergent immune responses. *medRxiv*, doi: 10.1101/2023.08.25.23294606
- McMahan, K., Wegmann, F., Aid, M., Sciacca, M., Liu, J., Hachmann, N. P., Miller, J., Jacob-Dolan, C., Powers, O., Hope, D., Wu, C., Pereira, J., Murdza, T., Mazurek, C. R., Hoyt, A., Boon, A. C. M., Davis-Gardner, M., Suthar, M. S., Martinot, A. J., Boursiquot, M., ... Barouch, D. H. (2024). Mucosal boosting enhances vaccine protection against SARS-CoV-2 in macaques. *Nature*, 626(7998), 385–391. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06951-3>
- Mitsikostas, D. D., Caronna, E., De Tommaso, M., Deligianni, C. I., Ekizoglu, E., Bolay, H., Göbel, C. H., Kristoffersen, E. S., Lampl, C., Moro, E., Pozo-Rosich, P., Sellner, J., Terwindt, G., & Irimia-Sieira, P. (2024). Headaches and facial pain attributed to SARS-CoV-2 infection and vaccination: a systematic review. *European journal of neurology*, 31(6), e16251. <https://doi.org/10.1111/ene.16251> PubMed
- National Institutes of Health. (2022). COVID-19 immune response improves for months after vaccination. <https://www.nih.gov>
- Oxford Vaccine Group. (2024). Ground-breaking study reveals how COVID-19 vaccines prevent severe disease. University of Oxford. <https://www.ox.ac.uk>
- Polack, F. P., Thomas, S. J., Kitchin, N., Absalon, J., Gurtman, A., Lockhart, S., ... & Gruber, W. C. (2020). Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine. *New England Journal of Medicine*, 383(27), 2603-2615. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2034577>
- Quadeer, A. A., Ahmed, S. F., & McKay, M. R. (2021). Landscape of epitopes targeted by T cells in 852 individuals recovered from COVID-19: Meta-analysis, immunoprevalence, and web platform. *Cell reports*. *Medicine*, 2(6), 100312. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2021.100312>
- Ravera, Francesco., Dameri, Martina., Lombardo, Isabella., Stabile, Mario., Fallani, Neri., Scarsi, Camilla., Cigolini, Benedetta., Gentilcore, Giusy., Domnich, Alexander., Zullo, Lodovica., Cella, Eugenia., Francia, Giulia., Montanari, Eugenia., Orsi, Andrea., Bellodi, Andrea., Ferrando, Fabio., Rinchai, Darawan., Ballerini, Filippo., Bruzzone, Bianca., Chaussabel, Damien., Grivel, Jean-Charles., Genova, Carlo., Lemoli, Roberto., Bedognetti, Davide., Ballestrero, Alberto., Ferrando, Lorenzo., Zoppoli, Gabriele. (2024). 9. Biological modifications of the immune response to COVID-19 vaccine in patients treated with anti-CD20 agents and immune-checkpoint inhibitors. *bioRxiv*, doi: 10.1101/2024.03.05.583494
- Ren., Qian, Gao., Xianchao, Zhou., Lei, Chen., Wei, Guo., Feng, Kong., Jerry, Hu., Tao, Huang., Yu-Dong, Cai. (2024). 2. Identification of gene and protein signatures associated with long-term effects of COVID-19 on the immune system after patient recovery by analyzing single-cell multi-omics data using a machine learning approach. *Vaccine*, doi: 10.1016/j.vaccine.2024.126253
- Rydyznski Moderbacher, C., Ramirez, S. I., Dan, J. M., Grifoni, A., Hastie, K. M., Weiskopf, D., ... & Crotty, S. (2021). Antigen-specific adaptive immunity to SARS-CoV-2 in acute COVID-19 and associations with age and disease severity. *Cell*, 183(4), 996-1012.e19. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.09.038>
- Sadoff, J., Le Gars, M., Shukarev, G., Heerwegh, D., Truysers, C., de Groot, A. M., ... & Van Hoof, J. (2021). Interim results of a phase 1–2a trial of Ad26.COV2.S Covid-19 vaccine. *New England Journal of Medicine*, 384(19), 1824-1835. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2034201>

Samia, T., Al-Shouli. (2024). 6. Immune Responses to Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Vaccines: Updated Insights. *Annals of Pakistan Institute of Medical Sciences*, doi: 10.48036/apims.v20i1.1024

Shima, Hossaini., Fariba, Keramat., Zahra, Cheraghi., Bushra, Zareie., Amin, Doosti-Irani. (2023). 5. Comparing the Efficacy and Adverse Events of Available COVID-19 Vaccines Through Randomized Controlled Trials: Updated Systematic Review and Network Meta-analysis. *Journal of research in health sciences*, doi: 10.34172/jrhs.2023.128

Troncoso-Bravo., Mario, A., Ramírez., Ricardo, A., Loaiza., Carolina, Román-Cárdenas., Georgios, Papazisis., Daniel, Garrido., Pablo, A., González., Susan, M., Bueno., Alexis, M., Kalergis. (2024). 1. Advancement in the development of mRNA-based vaccines for respiratory viruses.. doi: 10.1111/imm.13844

Xu, G., Qi, F., Li, H., Yang, Q., Wang, H., Wang, X., Liu, X., Zhao, J., Liao, X., Liu, Y., Liu, L., Zhang, S., & Zhang, Z. (2020). The differential immune responses to COVID-19 in peripheral and lung revealed by single-cell RNA sequencing. *Cell discovery*, 6, 73. <https://doi.org/10.1038/s41421-020-00225-2>

Yang D., Jinhui, Tian., Chunping, Shen., Liqiang, Qin. (2024). 1. An overview and single-arm meta-analysis of immune-mediated adverse events following COVID-19 vaccination. *Frontiers in Pharmacology*, doi: 10.3389/fphar.2024.1308768

Yella, V. T., Pareek, S., Meena, B., Sasanka, K. S. B. S. K., Thangaraju, P., & T Y, S. S. (2024). A Systematic Review of the COVID Vaccine's Impact on the Nervous System. *Current drug safety*, 10.2174/0115748863273931231121072231. Advance online publication. <https://doi.org/10.2174/0115748863273931231121072231> PubMed

Yu. s, Shijun, Chen., Jiang, Zhu., Jieming, Qu. (2023). The roles of innate and adaptive immunity in inactivated viral vaccination-mediated protection against COVID-19. *Clinical and translational medicine*, doi: 10.1002/ctm2.1530

Zhang, Y., Zeng, G., Pan, H., Li, C., Kan, B., Hu, Y., ... & Zhu, F. (2021). Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in healthy adults aged 18–59 years: A randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 clinical trial. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(2), 181-192. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30843-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30843-4)



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Ruilova Alvarado, N. A. ., Rosado Mendoza, P. E. ., Borja Aguilar, M. N. ., & Molina Maldonado, D. D. . (2024). Efectos de las vacunas contra el COVID-19 en el sistema humanitario. Una revisión sistemática. *RECIMUNDO*, 8(3), 181–194. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(3\).julio.2024.181-194](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(3).julio.2024.181-194)