



**Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud  
Carrera de Medicina**

**Año 2022  
Trabajo Final de Carrera (Tesis)**

**Miocarditis posterior a las vacunas mRNA  
para COVID-19 en varones mayores de 12  
años. Revisión sistemática.**

**Myocarditis following mRNA vaccines for  
COVID-19 in males older than 12 years. A  
systematic review.**

**Alumno:**

***Nunes Ferreira, Lucas***

*Lucas.nunesferreira@alumnos.uai.edu.ar  
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud  
Universidad Abierta Interamericana*

**Tutor:**

***Laube, Gerardo***

*Gerardo.laube@uai.edu.ar  
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud  
Universidad Abierta Interamericana*

# Miocarditis posterior a las vacunas mRNA para COVID-19 en varones mayores de 12 años. Revisión sistemática.

## Myocarditis following mRNA vaccines for COVID-19 in males older than 12 years. A systematic review.

*Autores: Nunes Ferreira L, Laube G.*

### Resumen

**Introducción:** La pandemia por el coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo 19 (SARS-CoV-2) dio como resultado el desarrollo múltiples vacunas de manera rápida por el cual fueron y están siendo administradas mundialmente incluyendo las basadas en ácido ribonucleico mensajero (mRNA) (BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) and mRNA-1273 (Moderna). Casos de miocarditis post vacunación, particularmente después de las vacunas mRNA llevan a creer que las mismas pueden actuar como gatillo para la miocarditis, con mayor incidencia en varones jóvenes. **Material y métodos:** Combinaciones de los términos de búsquedas fueron utilizados en las bases de datos PUBMED, Epistemónikos, EMBASE y Cochrane usando la guía PRISMA para revisiones sistemáticas, para identificar estudios que reportaron la incidencia, mecanismos y posible relación entre vacuna y miocarditis. Se usaron restricciones de idioma, edad y población. No se usaron restricciones de diseños de estudios y de fechas. Los artículos de las bases de datos fueron seleccionados y revisados manualmente. **Resultados:** A partir de la búsqueda y análisis realizados, se encontraron un total de 84 potenciales artículos para la inclusión de los cuales 11 fueron seleccionados tras una lectura crítica evidenciando relevancia al tema de investigación propuesto. **Conclusión:** Las vacunas basadas en mRNA muestran alto perfil de eficacia y seguridad. La miocarditis a pesar de ser reportada aun es un efecto adverso muy raro que tiende a autolimitarse con rápida recuperación clínica. En todos los escenarios de riesgo beneficioso, el balance es positivo para la vacunación. Estudios en mayor escala son necesarios para evaluar riesgos a largo plazo.

**Palabras Clave:** Covid-19; SARS-CoV-2; Vaccines; Myocarditis; mRNA.

### Abstract

**Background:** severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV-2) resulted in the rapid development of multiple vaccines for which they were and are being administered worldwide, including those based on messenger ribonucleic acid (mRNA). (BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) and mRNA-1273 (Moderna). Cases of post-vaccination myocarditis, particularly after mRNA vaccines, lead to the belief that they can act as a trigger for myocarditis, with a higher incidence in young men. **Material and methods:** Combinations of search terms were used in the PUBMED, Epistemónikos, EMBASE, and Cochrane databases using the PRISMA guideline for systematic reviews, to identify studies that reported the incidence, mechanisms, and possible relationship between vaccination and myocarditis. Language, age and population restrictions were used. No restrictions on study designs and dates were used. The articles in the databases were manually selected and reviewed. **Results:** From the search and analysis carried out, a total of 84 potential articles were found for inclusion, of which 11 were selected after a critical reading, evidencing relevance to the proposed research topic. **Conclusion:** The mRNA-based vaccines shows a high profile of efficacy and safety. Despite being reported, myocarditis is still a very rare adverse effect that tends to self-limit with rapid clinical recovery. In all risk-benefit scenarios, the balance is positive for vaccination. Large-scale studies are needed to assess long-term risks.

**Keywords:** Covid-19; SARS-CoV-2; Vaccines; Myocarditis; mRNA.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad del Coronavirus 19 (Covid-19), causada por el SARS-CoV-2 (del inglés severe acute respiratory syndrome coronavirus o coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo) tuvo su origen y primer caso notificado en el mes de diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan (China), se tornó una emergencia de salud pública siendo declarado pandemia el 11 de marzo de 2020. Hasta el mes de abril de 2022 fueron reportados aproximadamente 508 millones de casos mundiales (1). Resultando en 6,2 millones de muerte hasta la fecha (2). Con el problema emergente, vacunas fueron desarrolladas en tiempo récord por el cual tuvieron autorización para el uso de emergencia. La vacunación en masa resultó, a la fecha, en la aplicación de 10 billones de dosis (3).

Las plataformas tradicionales de vacunación que incluyen las compuestas por virus vivos, atenuados e inactivados, las de subunidades fueron responsables por la erradicación de diversas enfermedades infecciosas. Actualmente el uso de la plataforma mRNA IVT (transcripta in vitro) permite la síntesis a partir un plásmido linealizado o un producto de una reacción en cadena de polimerasa patrón de T7, T3 o Sp6 RNA polimerasa. Al ser transmitido al citosol, el mRNA a través del sistema de traducción celular produce una proteína funcional y plegada correctamente con la disminución de la toxicidad causado por el metabolito debido a degradación celular a través de procesos fisiológicos. Es necesaria una eficiente entrega de las partículas de mRNA para la adecuada penetración de membrana celular y traducción. La plataforma de entrega con mejores resultados y más utilizada son los LNP que consisten en fosfolípidos: tiene papel estructural, polietilenglicol (PEG): barrera estabilizadora del LNP, colesterol: estabilizador y lípidos ionizables: neutralizador de PH permitiendo el pasaje por la membrana. (Fig. 1)

Los mecanismos involucrados en las vacunas que usan mRNA modificado son en el caso de la mRNA-1273 (Moderna): mRNA LNP-encapsulado con la total sustitución de la partícula uridina por una N1-metilpseudouridina y codifica en toda longitud de la proteína S-2P del SARS-CoV-2; en el caso de la BNT162b2 (Pfizer-BioNTech): codifica toda la longitud de la proteína S-2P trimerizada por un dominio T4 derivado de fibritina que le otorga mayor inmunogenicidad (4).

Ambas vacunas juegan un importante papel en la inmunización contra el SARS-CoV-2. Ensayos clínicos aleatorizados fase 3 de escala multinacional que evaluaron las vacunas mRNA-1273 (moderna) y BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) demostraron alto nivel de seguridad y eficacias de 95% y 95,4% respectivamente (5) (6) (7), así mismo, efectos adversos fueron reportados. Un estudio realizado en Israel sugirió un mayor riesgo de miocarditis post vacuna particularmente en hombres con edad entre 16-39 años (8) lo que desencadena cuestionamientos con relación a la prevalencia de los efectos adversos en ese grupo.

El mecanismo de injuria aun es incierto (10) y los motivos del predominio en el sexo masculino no son totalmente conocidos, pero posibles explicaciones relatan haber cambios en la respuesta inmunológica causados por las diferencias cromosómicas y hormonales (11) dado que la ACE2 (enzima convertidora de angiotensina 2) se codifica en el cromosoma X permitiendo una doble copia de ACE2 en las mujeres y tal vez generando una retroalimentación negativa mediada por virus de las ACE2 por el cual la protección celular es mayor en el sexo femenino. El cromosoma X contiene relación con los genes inmunitarios más importantes. Los Toll-like Receptors-7 se relacionan con las diferencias de sexo en la autoinmunidad y eficacias de las vacunas y son mayormente expresados en las mujeres. Además, los niveles de estrógeno contribuyen a una mayor activación de células T (14).

A pesar de la mayor incidencia de miocarditis aguda ser en jóvenes del sexo masculino con relación a la población general, la tasa de injuria miocárdica es significativamente menor que en la infección causada por el COVID-19 (1000 a 1400 por 100.000 pacientes con COVID-19 contra 2.66 por 100.000 dosis administradas) (12).

Preocupaciones con respecto a la seguridad y los potenciales efectos adversos son una barrera en la inmunización de la población en general (9).

La presentación clínica de la miocarditis post vacuna suele ser de moderada a leve y se desarrolla con frecuencia, pocos días de la segunda dosis. La resolución de la enfermedad en la mayoría de los casos usando criterios de síntomas clínicos, elevación de troponina, marcadores de inflamación, electrocardiograma y ecocardiografía se da en un tiempo relativamente corto con corta estadía hospitalaria (13).

En el contexto del aumento de diagnósticos de miocarditis agudas cercanos a la vacunación que fueron reportados, es importante comparar una relación causal entre la vacuna y sus efectos adversos, potenciales factores predisponentes, los métodos diagnósticos y el pronóstico. Además, se exploran informaciones sobre la eficacia, seguridad y utilidad de las vacunas en la población estudiada.

Es necesario investigar posibles efectos adversos que puedan generar preocupaciones en la población y la falta de adherencia a las vacunas, asimismo, también esclarecer la importancia y seguridad de las campañas de vacunación. Esa revisión sistemática busca analizar la literatura y evaluar las características clínicas, diagnósticas y epidemiológicas de la posible relación entre la vacuna mRNA y los casos de miocarditis post vacunación en personas del sexo masculino mayores de 12 años, además, describir que tan importante y frecuente es la miocarditis como efecto adverso de esas vacunas.

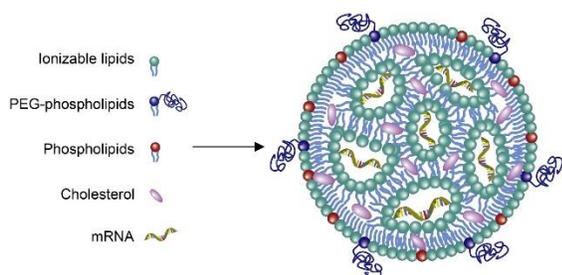


Figura 1. Representación de un complejo de nanopartículas lipídicas de mRNA. (Fuente: COVID-19 mRNA vaccines | Elsevier Enhanced Reader. Disponible en:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S167385272100045X?token=D097C91809A0BBA1435769C3A82D9021E7AD9688F57F2492C1B39995D606CAD01D3D6ED6FA565F40FAB0836E55BE9D90&originRegion=us-east-1&originCreation=20220424181245>)

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esa investigación se caracteriza como una revisión sistemática que fue diseñada de acuerdo con las guías PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), realizado en ámbito universitario. Se buscaron en tres grandes bases de datos online PUBMED, Epistemonikos y EMBASE los términos MESH (((("SARS-CoV-2"[Mesh]) AND "Myocarditis"[Mesh]) AND "COVID-19"[Mesh]) AND "Vaccines"[Mesh]) AND "RNA, Messenger"[Mesh]. No se usaron restricciones de fecha bibliográfica en la búsqueda. Los títulos y abstractos de los estudios seleccionados fueron revisados de forma independiente en el cual los que no presentaron abstracto o no tenían información suficiente en el título referente a la propuesta de la investigación fueron revisados de forma completa.

Se encontraron 517 artículos con texto completo en las bases de datos PUBMED (112), EMBASE (397) y Epistemonikos (8) que tratan de incidencia, epidemiología, características clínicas, diagnósticas y pronósticas de la miocarditis post vacuna. Fueron usados instrumentos como Excel: usado para separar, remover duplicados, calificar, armar tablas y comentarios; Zotero: gestor de citas bibliográficas, se usaron las normas de Vancouver para las citas.

El análisis de datos se realizó tras los siguientes pasos: Recolección de los datos con apoyo de los softwares PSPPIRE y Excel, con el uso simultáneo de los criterios de elegibilidad, de donde se sacaron las informaciones necesarias; Screening de los estudios (texto completo) de forma independiente como revisión de datos; Descripción de los resultados obtenidos.

### Criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión
Estudios realizados en pacientes hombres mayores de 12 años
Estudios con varones que recibieron vacunas con mecanismo mRNA: BNT162b2 (Pfizer-BioNTech) y mRNA-1273 (Moderna).
Desarrollo de miocarditis seguido de la vacunación.

Tabla 1. Criterios de inclusión.

Criterios de exclusión
Estudios realizados únicamente en mujeres.
Estudios publicados fuera de la lengua inglesa o española.
Estudios no realizados en humanos.
Estudios realizados en pacientes con cardiopatía previa.

Tabla 2. Criterios de exclusión.

## RESULTADOS

De los 517 artículos encontrados en las bases de datos para screening, 84 fueron sometidos a una lectura crítica usando los criterios de elegibilidad, buscando encontrar potenciales estudios a ser incluidos en la investigación. De los 84 potenciales artículos, 11 artículos fueron incluidos en la revisión. (Figura 2)

Los resultados de los artículos incluidos en esta revisión se detallan en las siguientes tablas:

COVID-19 mRNA vaccines (4)	
Fecha	15 de marzo de 2021
Resultados	<p>El artículo describe las diferentes y más populares plataformas de vacunas basadas en mRNA, resalta las ventajas sustanciales de la versatilidad y rapidez en el desarrollo.</p> <p><b>Conclusiones:</b>  mRNA-1273: demostró que la vacuna induce una respuesta robusta de anticuerpos neutralizantes y celular TCD8+. Demostró efectos adversos más frecuentes luego de la primera dosis: dolor local, cefalea, fatiga, mialgias y escalofríos. Luego de la segunda dosis: efectos sistémicos incluyendo fiebre de 39-40° con eficacia del 94,1%.  BNT162b2: demostró luego de la segunda dosis 95% de eficacia, pero con mayor reactogenicidad. Los efectos adversos más frecuentes fueron de leve a moderado incluido dolor local, fatiga y cefalea. Los efectos adversos fueron raros.</p>

<i>Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine (5)</i>	
<b>Fecha</b>	4 de febrero de 2021
<b>Resultados</b>	<p>Ensayo clínico controlado con placebo aleatorizado realizado con 30.420 voluntarios donde 15.210 recibieron vacuna y el restante placebo.</p> <p><b>Conclusiones:</b> se demostró eficacia del 94,1% catorce días después de la primera dosis en donde no fueron encontradas preocupaciones con respecto a su seguridad. Casos graves de COVID-19 fueron reportados en 30 participantes siendo todos del grupo placebo con registro de un óbito. Moderada reactividad fue reportada en los vacunados con mRNA-1273. Los efectos adversos fueron raros y la incidencia fue similar en ambos grupos de control. La incidencia relativa de efectos adversos no fue afectada por edad ni sexo.</p>

<i>Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine (6)</i>	
<b>Fecha</b>	10 de diciembre de 2020
<b>Resultados</b>	<p>Ensayo clínico multinacional aleatorizado controlado con placebo realizado en mayores de 16 años en donde se administraron dos dosis de 30 µg separados por 21 días, en un total de 21.720 con BNT162b2 y 21.728 con placebo.</p> <p><b>Conclusiones:</b> se demostró eficacia del 95% en la prevención del COVID-19. Casos graves fueron reportados en diez voluntarios de los cuales nueve en el grupo placebo y uno en el grupo que recibió la vacuna. Los efectos adversos más frecuentes fueron de leve a moderado: dolor local, fatiga y cefalea. Efectos adversos severos fueron raros y similares al grupo placebo. Efectos adversos sistémicos fueron reportados con frecuencia en voluntarios jóvenes. Dos participantes que recibieron la BNT162b2 fallecieron (ateroesclerosis y paro cardíaco) pero que no se confirmó relación directa.</p>

<i>Safety, Immunogenicity, and Efficacy of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine in Adolescents (7)</i>	
<b>Fecha</b>	27 de mayo de 2021

<b>Resultados</b>	<p>Ensayo clínico multinacional aleatorizado controlado con placebo realizado en adolescentes entre 12-15 años. Se administraron dos dosis de 30 µg separados por 21 días donde 1.131 recibieron BNT162b2 y 1.129 placebo.</p> <p><b>Conclusiones:</b> los que recibieron la vacuna presentaron un perfil de seguridad y eficacia (cercana al 100%) más favorable que en los adultos. Los efectos adversos fueron de leve a moderado siendo más frecuentes: dolor local, fatiga, cefalea y fiebre. No fueron reportados óbitos.</p>
-------------------	---

<i>Safety of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Setting (8)</i>	
<b>Fecha</b>	25 de agosto de 2021
<b>Resultados</b>	<p>Estudio observacional realizado en Israel que analizó 884.820 personas mayores de 16 años que se vacunaron con BNT162b2. Criterios como edad, sexo, factor socioeconómico fueron incluidos.</p> <p><b>Conclusiones:</b> eventos leves como dolor local y fiebre no fueron incluidos en el estudio. La vacunación fue mayormente asociada a un riesgo elevado de miocarditis, linfadenopatías, apendicitis e infección por herpes zoster. La miocarditis presentó una tasa de 1-5/100.000 vacunados, pero aún menor al riesgo de miocarditis post infección por COVID-19 con una tasa de 18/100.000 infectados donde la edad media fue de 25 años y el 90.9% fueron hombres. Relata que estudios son necesarios para estimar potenciales efectos adversos a largo plazo.</p>

<i>Understanding vaccine hesitancy in COVID-19 (9)</i>	
<b>Fecha</b>	14 de mayo de 2021
<b>Resultados</b>	<p>La aceptación de la vacunación contra el COVID-19 varía alrededor del mundo (~90% en China, ~55% en Rusia, ~80% en Estados Unidos) y está fuertemente asociada a la profunda politización. Relata que parte de los que hesitan refieren preferir "esperar y ver" los resultados antes de vacunarse. Los que no aceptaron definitivamente se localizan con mayor frecuencia en zonas rurales. La hesitación se asocia principalmente a la creación de nuevas vacunas y es necesario una</p>

	aproximación más prolongada para entenderla.
--	--

	demonstró favorable en todas las edades y grupos.
--	---

<b>COVID-19-Vaccination-Induced Myocarditis in Teenagers: Case Series with Further Follow-Up (10)</b>	
<b>Fecha</b>	15 de marzo de 2022
<b>Resultados</b>	<p>Serie de casos con acompañamiento posterior que analiza retrospectivamente un grupo de adolescentes hombres entre 15-17 años con obesidad y sobrepeso (IMC 25-30) que presentaron síntomas típicos de miocarditis luego de la primera o segunda dosis de BNT162b2.</p> <p><b>Conclusiones:</b> en todo el grupo se observó un aumento significativo de troponina sérica con reducción a los 3-4 días. En todo el grupo hubo alteraciones electrocardiográficas en el segmento ST sin alteraciones en la radiografía de tórax y ecocardiograma. Tres pacientes desarrollaron síntomas luego de la primera dosis y dos luego de la segunda. La miocarditis fue diagnosticada mediante RMN (edema miocárdico) y los síntomas más frecuentes fueron: dolor torácico que no irradia y fiebre. Las manifestaciones fueron de leve a moderada con rápida recuperación clínica. Se observó que la injuria miocárdica puede persistir por un periodo mayor a tres meses. Resaltó que estudios son requeridos para evaluar implicaciones a largo plazo.</p>

<b>Incidence of Myocarditis after Messenger RNA Vaccine for COVID-19 in Young Male Recipients (12)</b>	
<b>Fecha</b>	16 de febrero de 2022
<b>Resultados</b>	<p>Revisión realizada en las bases de PUBMED, Web of Science, Cochrane y MedRxin en donde fueron seleccionados 13 reportes elegibles.</p> <p><b>Conclusión:</b> se demostró que la incidencia de miocarditis aguda luego de la segunda dosis de vacunas mRNA en adolescentes hombres es más alta que la incidencia en la población en general pero aun es sustancialmente menor que el daño causado por el COVID-19 (1000-1400/100.000). Los síntomas fueron autolimitados rápidamente en todos los pacientes. Resalta que son necesarios estudios para evaluar los factores de riesgo y mecanismo de injuria.</p>

<b>Myocarditis With COVID-19 mRNA Vaccines (11)</b>	
<b>Fecha</b>	10 de agosto de 2021
<b>Resultados</b>	<p>Estudio que muestra una incidencia de 12,6/1 millón de dosis de vacunas mRNA aplicadas en individuos entre 12-39 años en los EUA.</p> <p><b>Conclusiones:</b> pacientes con miocarditis presentaron invariablemente dolor torácico en un periodo de 2-3 días luego de la segunda dosis y elevado nivel de troponina cardiaca. En la mayoría se presentaron alteraciones electrocardiográficas en el segmento ST y la RMN fue sugestiva en todos los pacientes. De los 1226 reportes, el 67% sucedió luego de la primera dosis y el 79% en hombres con edad media de 24 años. Un balance entre el riesgo y beneficio de la vacunación se</p>

<b>Myocarditis after BNT162b2 mRNA Vaccine against Covid-19 in Israel (13)</b>	
<b>Fecha</b>	6 de octubre de 2021
<b>Resultados</b>	<p>Estudio retrospectivo con datos obtenidos entre 20 de diciembre de 2020 hasta 31 de mayo de 2021 de 5.1 millones de israelíes.</p> <p><b>Conclusiones:</b> de los 304 posibles casos con síntomas de miocarditis, 142 ocurrieron tras vacunación y 136 diagnósticos fueron definitivos o probables. En el 95% la presentación clínica fue leve con un óbito confirmado. Demostró mayor frecuencia en hombres entre 16-19 años en el periodo de una semana post segunda dosis. Calculó que la incidencia en la población en general es de 1/26000 en hombres vacunados, 1/218000 en mujeres, 1/18857 en no vacunados. Entre la población de 16-19 años la incidencia fue de 1/6637 hombres vacunados y 1/99853 en mujeres. Además, sugiere por qué un ensayo clínico que incluyó apenas 15.000 participantes no resultó en ningún caso.</p>

<b>Sex-related susceptibility in coronavirus disease 2019 (COVID-19): Proposed mechanisms (14)</b>	
<b>Fecha</b>	2 de octubre de 2021

<b>Resultados</b>	<p>Propone que es importante considerar el posible efecto del sexo en el desarrollo de drogas y vacunas. Sugiere que la mortalidad y severidad del COVID-19 es más alta en hombres que en mujeres. Las posibles explicaciones se deben a: mayor expresión genética de ACE2 y mayor protección celular en mujeres además de las diferencias hormonales donde el estrógeno contribuye con una mayor activación de células CD4+ y CD8+. Resalta que es necesario mayores pesquisas para revelar los mecanismos por detrás de esa diferencia en la afectación del COVID-19 en hombres y mujeres.</p>
-------------------	--

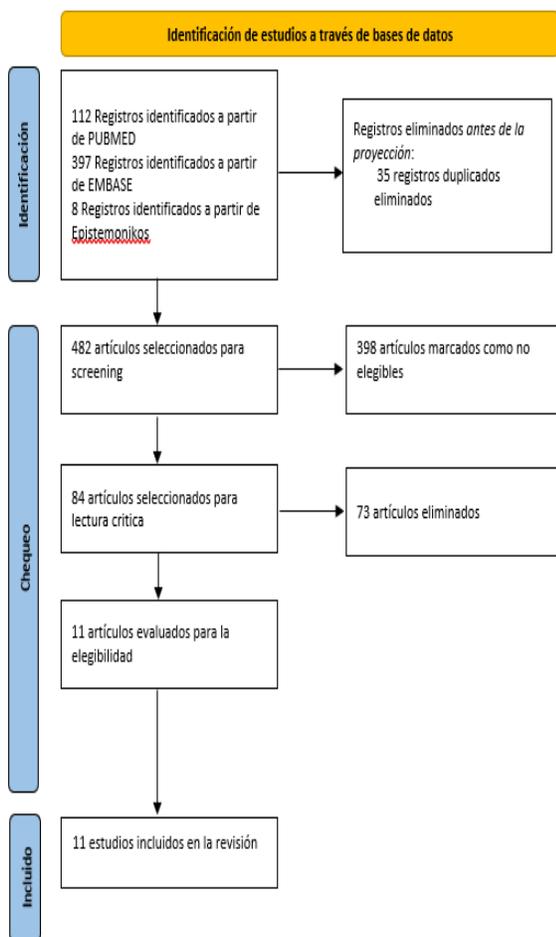


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA de revisiones sistemáticas para búsquedas en bases de datos.

## DISCUSIÓN

La vacunación es sin dudas el método de prevención y erradicación de diversas enfermedades infecciosas más eficaz. Después del análisis de los artículos, se entiende

que la vacunación contra el COVID-19 es la forma más efectiva probada de eliminación del virus en la población en general a pesar del corto periodo de desarrollo. Es válido mencionar que la inmunización puede conllevar la posibilidad de efectos adversos de leve a moderado y muy rara vez severos que a su vez trae inquietudes en la población. La miocarditis propiamente dicha, también fue reportada en la administración de las vacunas producidas en base a mRNA, pero no es un efecto exclusivamente propio ya que con frecuencia hubo reportes en la administración de otras vacunas incluyendo la de influenza, hepatitis B, tétanos y en el peor de los casos, en la vacuna de viruela (10). Siendo un efecto adverso muy raro, la miocarditis exige del médico un debido cuidado y debe ser considerada en los casos de individuos vacunados que estén presentando la sintomatológica específica. (Figura 3)

Es necesario continuar monitoreando la seguridad de las vacunas contra el COVID-19 sea con relación a cualquier otro efecto adverso, pero en todos los casos se demuestra un riesgo beneficioso favorable entre todas las edades y sexos (11). La incidencia de miocarditis a pesar de baja, aumenta particularmente luego de la segunda dosis en jóvenes del sexo masculino (8)(11)(12)(13), en contra partida se evidencia una mejor respuesta inmunológica en los adolescentes vacunados que en adultos y una eficacia cercana al 100% (7) lo que favorece a las campañas de vacunación visto la creciente y alarmante ola de desinformación, movimientos antivacunas y gran oposición (9); El muy bajo riesgo de miocarditis post vacunas mRNA no debe desalentar la vacunación.

La vacuna mRNA-1273 demuestra una alta tasa de eficacia de 94.1% en los ensayos clínicos y no se perciben razones para preocuparse con su seguridad, siendo los efectos adversos más frecuentes: dolor local, fiebre y fatiga. En este contexto pandémico se observa lo posible que es la motivación y colaboración entre la sociedad, gobierno, industria y comunidad científica para el avance en la creación de nuevas plataformas de vacunas (5). La vacuna BNT162b2 demuestra eficacia de 95% en los mayores de 12 años y a lo largo de dos meses de aplicada su eficacia se asimila a de otras vacunas virales ya conocidas (6)(7).

En consenso, estudios en gran escala se hacen necesarios para demostrar las implicaciones de la miocarditis post vacunas contra el COVID-19 a largo plazo, además es importante para entender y justificar con precisión ciertos punto como: la relación de susceptibilidad entre los sexos, el curso clínico, predisposiciones genéticas y mecanismos de injuria exactos (7)(10)(11)(12), también motiva nuevas pesquisas que enfatizan las precauciones en la administración de drogas y vacunas dependiendo del sexo visto que pueden haber diferentes reacciones.

La principal limitación de los estudios y de esa revisión se deben a la falta de ensayos clínicos de larga escala que investigan factores de riesgo, presentación clínica y pronóstico.

En conclusión, la miocarditis después de la vacunación contra el COVID-19 ha sido más reportada mayormente en varones jóvenes y su tendencia es luego de la segunda dosis de vacunas basadas en mRNA. La presentación

clínica fue mayormente leve con recuperación completa y el tratamiento varía de acuerdo con la gravedad mayormente siendo más utilizados los AINES, corticoides y colchicina. Esa revisión enfoca en mantener el lector actualizado con respecto a las complicaciones y efectos adversos de las nuevas vacunas introducidas. La alta prevalencia en hombres, aunque, sin mecanismo exacto, puede darse debido a la variación inmunológica por la diferente señalización hormonal entre los sexos. Una posible alternativa para el problema es la administración de vacunas que usan vectores virales (AstraZeneca, Janssen), de todas maneras, resalta también la importancia de la vacunación en toda la población.

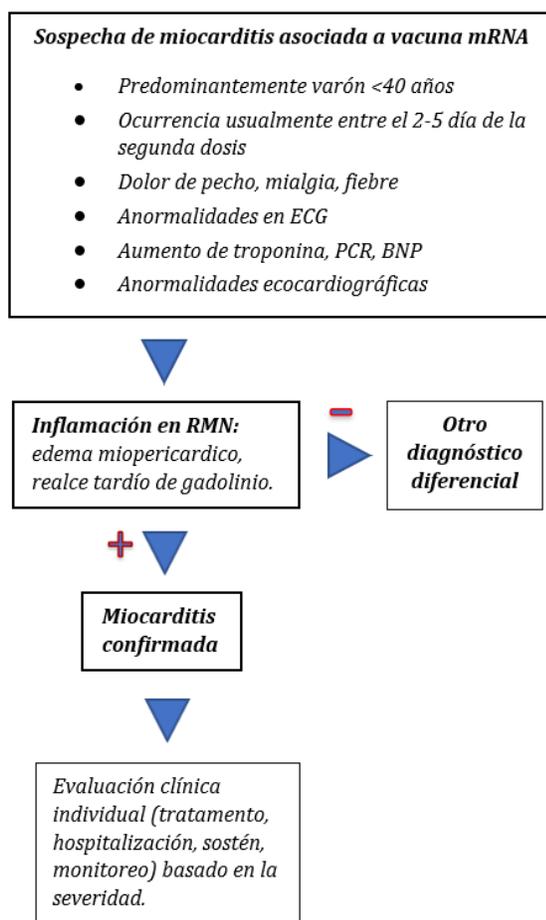


Figura 3. Manejo sugerido de la miocarditis post vacunación.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores no declaran ningún conflictos de interés.

## BIBLIOGRAFÍA

1. COVID-19 cases and deaths reported by countries and territories in the Americas [Internet]. [citado 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://who.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2203b04c3a5f486685a15482a0d97a87&extent=-17277700.8881%2C-1043174.5225%2C-1770156.5897%2C6979655.9663%2C102100>
2. COVID-19 Data Explorer [Internet]. Our World in Data. [citado 22 de abril de 2022]. Disponible en <https://ourworldindata.org/coronavirus-data-explorer>
3. COVID-19 Map [Internet]. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. [citado 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
4. Huang Q, Zeng J, Yan J. COVID-19 mRNA vaccines. *J Genet Genomics*, 20 de febrero de 2021;48(2):107-14.
5. Baden LR, El Sahly HM, Essink B, Kotloff K, Frey S, Novak R, et al. Efficacy and Safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 Vaccine. *N Engl J Med*. 4 de febrero de 2021;384(5):403-16.
6. Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N, Absalon J, Gurtman A, Lockhart S, et al. Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *N Engl J Med*. 31 de diciembre de 2020;383(27):2603-15.
7. Frenck RW, Klein NP, Kitchin N, Gurtman A, Absalon J, Lockhart S, et al. Safety, Immunogenicity, and Efficacy of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine in Adolescents. *N Engl J Med*. 15 de julio de 2021;385(3):239-50.
8. Barda N, Dagan N, Ben-Shlomo Y, Kepten E, Waxman J, Ohana R, et al. Safety of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Setting. *N Engl J Med*. 16 de septiembre de 2021;385(12):1078-90.
9. Trogen B, Pirofski L. Understanding vaccine hesitancy in COVID-19. *Med*. 14 de maio de 2021;2(5):498-501.
10. Puchalski M, Kamińska H, Bartoszek M, Brzewski M, Werner B. COVID-19-Vaccination-Induced Myocarditis in Teenagers: Case Series with Further Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health*. enero de 2022;19(6):3456.
11. Bozkurt B, Kamat I, Hotez PJ. Myocarditis With COVID-19 mRNA Vaccines. *Circulation*. 10 de agosto de 2021;144(6):471-84.
12. Kato S, Horita N, Utsunomiya D. Incidence of Myocarditis after Messenger RNA Vaccine for COVID-19 in Young Male Recipients. *Am J Cardiol*. marzo de 2022;S0002914922001618.
13. Mevorach D, Anis E, Cedar N, Bromberg M, Haas EJ, Nadir E, et al. Myocarditis after BNT162b2 mRNA Vaccine against Covid-19 in Israel. *N Engl J Med*. 2 de diciembre de 2021;385(23):2140-9.

14. Aksoyalp ZŞ, Nemitlu-Samur D. Sex-related susceptibility in coronavirus disease 2019 (COVID-19): Proposed mechanisms. *Eur J Pharmacol.* 5 de diciembre de 2021;912:174548.