



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE POSGRADO**

**HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DE
IXTAPALUCA**

**IMPACTO DE LA DEUDA INMUNITARIA EN LA
EPIDEMIOLOGÍA DE VIRUS RESPIRATORIOS EN
PEDIATRÍA EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL EN LA
ERA POST-COVID-19**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MEDICO ESPECIALISTA EN PEDIATRÍA**

**P R E S E N T A:
DRA. REGINA ITZEL CERVANTES BELMONT.**

Facultad de Medicina



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. ERIKA REINA BAUTISTA.**

**ASESOR METODOLÓGICO:
D EN C CARLOS EMILIO MIGUEL RODRIGUEZ**

IXTAPALUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2025.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



AUTORIZACIONES

Dr. Rafael García Rascón
Directo de Planeación, Enseñanza e Investigación.

Dr. Pedro Curi Curi
Responsable de la Unidad de Posgrado.

Dr. Omar Esteban Valencia Ledezma
Responsable de la Subdirector de Enseñanza e Investigación

Dra. Erika Reina Bautista
Profesor Titular de la Especialidad de Medicina en Pediatría

Dra. Erika Reina Bautista
Asesor Clínico.

D en C Carlos Emilio Miguel Rodríguez
Asesor Metodológico.



INDICE

Resumen	4
Marco Teórico	7
Planteamiento del problema	20
Pregunta de investigación:	21
Justificación	22
Objetivos	23
Hipótesis	23
Metodología	23
Población de estudio	24
Criterios de inclusión	24
Criterios de no inclusión	24
Criterios de exclusión	24
Criterios de eliminación	24
Recolección de datos y selección de pacientes	24
Datos médicos recolectados	25
Definición de variables	26
Recursos e infraestructura	27
Aspectos Éticos	27
Cronograma de actividades	27
Resultados	28
Discusión:	52
Conclusión	57
Perspectivas de investigación:	58
Bibliografía	59
Índice de gráficos	64
Índice de tablas	64



Resumen

Título: Impacto de la Deuda Inmunitaria en la Epidemiología de Virus Respiratorios en Pediatría en un Hospital de Tercer Nivel en la Era Post-COVID-19

Objetivo: El objetivo es evaluar como afecta la deuda inmunitaria en la estacionalidad, frecuencia y gravedad de infecciones respiratorias bajas virales en pacientes pediátricos que fueron atendidos en un hospital de tercer nivel, en la era post-COVID-19.

Dentro de los objetivos específicos, se analizarán los cambios en patrones de estacionalidad con periodos pre pandemia. Se determinara si la deuda inmunológica influyó en el incremento de hospitalizaciones, correlacionando la gravedad clínica con requerimiento de ingreso a una unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP). Además, se buscará identificar marcadores indirectos de respuesta inmunológica alterada, como días de hospitalización, y frecuencia de ingreso a cuidados intensivos.

Material y métodos: Se realizó este estudio de manera observacional, retrospectiva y analítica a partir de la base de datos institucional de un Hospital de tercer nivel en el Estado de México. Se incluyó a todos los pacientes pediátricos hospitalizados con el diagnóstico confirmado de infección respiratoria viral mediante Reacción en Cadena de la Polimerasa para la detección e identificación de los virus más prevalentes en nuestra población, en el periodo comprendido de noviembre 2019 a enero 2025. Se obtuvo una población total de 678 pacientes quienes cumplieron con los diagnosticos específicos de neumonia, bronquiolitis y crisis asmaticas, 293 (43%) casos se descartaron por no contar con criterios de inclusión, y 105 (15%) pacientes se excluyeron por criterios de eliminación. Por lo que se analizaron un total de 280 pacientes (41%). Las variables clínicas, epidemiológicas, de laboratorio y desenlaces hospitalarios fueron estudiados, procesados y sistematizados para generar un analisis cuantitativo con herramientas estadísticas y gráficas. Se hizo énfasis en la relación entre etiología viral, cohorte de nacimiento y gravedad clínica, con especial interés en la cohorte de la población nacida durante la pandemia (2020–2022).

Recursos e infraestructura: Se utilizó la base de datos interna generada por el área de Infectología y la Coordinación de Pediatría del HRAEI. Para el análisis, se usó software de gestión de datos y graficación estadística. No se requieren mayores acciones como intervenciones directas



ni muestreo adicional, lo que permitió el desarrollo de la investigación sin costo operativo adicional.

Tiempo de desarrollo: La recolección de datos comprendió de noviembre 2019 a enero de 2025. El análisis, validación y discusión de resultados se realizaron entre los meses de julio de 2020 y diciembre de 2024.

Conclusiones: La deuda inmunitaria existe en la población pediátrica expuesta y nacida durante la pandemia, requiriendo mayor frecuencia de hospitalizaciones y asociándose a complicaciones de infecciones por virus respiratorios tradicionales. Se observó patrones de circulación atípicos, estancias hospitalarias prolongadas y complicaciones más severas con necesidad de una unidad de terapia intensiva pediátrica, incluso en virus previamente considerados de baja virulencia.

Abstract

Title: Impact of Immune Debt on the Epidemiology of Respiratory Viruses in Pediatrics at a Tertiary Care Hospital in the Post-COVID-19 Era

Objective: The aim is to evaluate how immune debt affects the seasonality, frequency, and severity of lower viral respiratory infections in pediatric patients treated at a tertiary-level hospital during the post-COVID-19 era.

Among the specific objectives, changes in seasonality patterns will be analyzed in comparison with pre-pandemic periods. The study will determine whether immune debt influenced the increase in hospitalizations by correlating clinical severity with the requirement for admission to a Pediatric Intensive Care Unit (PICU). In addition, the study aims to identify indirect markers of altered immune response, such as length of hospitalization and frequency of PICU admissions.

Materials and Methods: This observational, retrospective, and analytical study was conducted using the institutional database of a tertiary-level hospital in the State of Mexico. All hospitalized pediatric patients with a confirmed diagnosis of viral respiratory infection by Polymerase Chain Reaction (PCR) for detection and identification of the most prevalent viruses in our population were included, covering the period from November 2019 to January 2025.

A total of 678 patients were identified with specific diagnoses of pneumonia, bronchiolitis, and asthma exacerbation. Of these, 293 (43%) cases were excluded for not meeting the inclusion



criteria, and 105 (15%) patients were excluded based on elimination criteria. Therefore, a total of 280 patients (41%) were analyzed.

Clinical, epidemiological, laboratory, and hospital outcome variables were studied, processed, and systematized to generate a quantitative analysis using statistical and graphical tools. Emphasis was placed on the relationship between viral etiology, birth cohort, and clinical severity, with particular interest in the cohort of children born during the pandemic (2020–2022).

Resources and Infrastructure: The internal database generated by the Infectious Diseases Department and the Pediatrics Coordination Office of HRAEI was used. For the analysis, data management and statistical graphing software were employed. No further actions such as direct interventions or additional sampling were required, allowing the research to be conducted without additional operational costs.

Development Timeline: Data collection took place from November 2019 to January 2025. The analysis, validation, and discussion of results were carried out between July 2020 and December 2024.

Conclusions: Immune debt exists in the pediatric population exposed to and born during the pandemic, leading to a higher frequency of hospitalizations and association with complications from traditional respiratory viruses. Atypical circulation patterns, prolonged hospital stays, and more severe complications requiring PICU admission were observed, even with viruses previously considered to have low virulence.



Marco Teórico

Antecedentes de la Epidemiología de Virus Respiratorios en Pediatría

La epidemiología de los virus respiratorios en pediatría ha sido un campo de estudio fundamental debido a la alta prevalencia de infecciones respiratorias en niños, especialmente en menores de cinco años. Antes de la pandemia de COVID-19, virus respiratorios como el virus sincitial respiratorio (VSR), la influenza, el adenovirus y el rinovirus eran responsables de un gran porcentaje de hospitalizaciones y morbilidad en la población pediátrica [1]. Los niños, particularmente los lactantes y aquellos con comorbilidades subyacentes, son especialmente susceptibles a infecciones respiratorias graves, las cuales pueden evolucionar en neumonía, bronquiolitis o exacerbar condiciones respiratorias preexistentes como el asma o la displasia broncopulmonar [2].

Entre los virus respiratorios, el VSR se ha destacado como una de las principales causas de bronquiolitis y neumonía en niños menores de dos años. Este virus sigue ciclos epidémicos estacionales que presentan un incremento en los meses más fríos del año [3]. La incidencia de estas infecciones varía según factores geográficos y estacionales, y su impacto es mayor en países en desarrollo, donde el acceso a servicios de salud es más limitado, lo cual contribuye a un aumento de la morbilidad y mortalidad [4].

Por otro lado, el virus de la influenza es uno de los virus más prevalentes y con mayor impacto en la salud de los pacientes pediátricos. Este virus, cuenta con una capacidad rápida de mutación, por lo que es necesario la aplicación anual de vacunas estacionales [5]. Otros virus menos comunes como el adenovirus y el rinovirus, son considerados causa importante de infecciones de vías respiratorias altas en los pacientes pediátricos. Principalmente el rinovirus considerado como el causante principal del resfriado común, sin embargo en pacientes con un sistema inmunológico deficiente o algún factor de riesgo, puede desencadenar infecciones respiratorias más graves y letales [6].

Anteriormente la epidemiología de virus respiratorios en pediatría se caracterizaba por patrones estacionales identificables, con una alta incidencia de infecciones agudas de vía aérea alta, causantes



de las hospitalizaciones de la población pediátrica [7]. Una vez establecida la pandemia de COVID-19, se observó un cambio drástico de los patrones estacionales normales de estos virus respiratorios [8].

Evolución de los Virus Respiratorios más Comunes en Pediatría

Es bien sabido que los virus respiratorios en la población pediátrica, tienen capacidad de adaptación a los cambios en el entorno y en la población susceptible. Esto se puede observar con VSR, el cual afecta principalmente a niños pequeños, causando bronquiolitis y neumonía [9]. La gravedad causada por este virus es variante, pudiendo ocasionar infecciones leves hasta las más graves, incluyendo la muerte del paciente [10].

Por otro lado, la influenza ha demostrado una evolución constante debido a su mutación antigénica [11]. Las campañas de vacunación masiva en pediatría han sido esenciales para reducir la incidencia de infecciones graves por influenza, así como para prevenir complicaciones como la neumonía bacteriana secundaria [12].

Se considera que el adenovirus como el rinovirus continúan siendo patógenos comunes de las infecciones respiratorias en pediatría. El adenovirus, se considera un patógeno asociado a infecciones relacionadas con brotes epidémicos de comunidades cerradas como guarderías y escuelas, mientras que el rinovirus se ha relacionado con mayor frecuencia a enfermedades respiratorias graves en pacientes que cuenten con alguna enfermedad crónica como el asma o que padezcan de alguna inmunodeficiencia ya sea congénita o adquirida [13].

Anterior a la pandemia por SARS-COV-2, se había estudiado los patrones estacionales de los virus previamente comentados, encontrando que estos seguían patrones bien definidos, con lo cual se podía predecir, gestionar y planificar por los servicios de salud, brotes con cierta antelación. Durante los meses fríos del año, específicamente durante el invierno, presentaban picos el VSR y el virus de la influenza, con una disminución significativa en las temporadas más cálidas del año, afectando principalmente a niños menores de 2 años [1].



Por su parte, la influenza, igual con un patrón estacional durante el invierno, se relacionaba con factores como la aglomeración en espacios cerrados y la menor ventilación durante los meses fríos. Sin embargo, en regiones tropicales, se observaba que los brotes de influenza podrían ocurrir durante todo el año, aunque seguían siendo más frecuentes en los meses más fríos [3].

El adenovirus y el rinovirus, también mostraban patrones de mayor prevalencia durante los meses fríos, especialmente el rinovirus, responsable de gran parte de los casos de resfriado común [4]. A diferencia de los anteriores, se observaba que el metapneumovirus, tenía una presentación anual en los meses de primavera y verano. Estos patrones estacionales permitían a los sistemas de salud anticipar los aumentos en las hospitalizaciones pediátricas durante el invierno y organizar campañas de vacunación y medidas preventivas para mitigar el impacto de estos virus [5].

Efectos Epidemiológicos de la Pandemia en la Diseminación de Virus Respiratorios

Durante la pandemia de COVID-19 se ha verificado el impacto, el cual es significativo, de la diseminación de los virus respiratorios. Los cuidados personales de protección, sumadas a las medidas de confinamiento y distanciamiento social, además de la reducción en la movilidad global humana, nacional e internacional, disminuyeron la propagación de agentes virales y bacterianos ya mezclados en la población, generando la disminución drástica en las infecciones respiratorias tradicionales como el VSR y la influenza durante el año 2020, hasta casi su erradicación [6]. Las medidas interrumpieron los ciclos naturales de transmisión de estos virus, lo que resultó en una desaparición del patrón de brotes estacionales esperados en muchos países [7].

Estudios realizados en Europa, comparados con los realizados en América del Norte, indicaron una disminución sin precedentes en los casos de infecciones por VSR e influenza. Como era esperado, este fenómeno fue más notable en los países con restricciones más estrictas. Notablemente la prevalencia de estos mismos virus en países con medidas menos rigurosas, se observaron brotes esporádicos, aunque en menor escala en comparación con los años previos [9]. Sin embargo, la reducción de la circulación de estos virus generó preocupación sobre la “deuda inmunitaria”, donde la población infantil no se expone a patógenos de baja morbilidad que adapten su organismo para patógenos con mortalidad alta; específicamente, este concepto epidemiológico



se refiere a la acumulación de susceptibilidad en la población pediátrica debido a la falta de exposición a patógenos comunes por un periodo prolongado de tiempo [10].

Concepto de Deuda Inmunitaria

La deuda inmunitaria hace referencia a los efectos del confinamiento. Los nacidos durante la pandemia experimentaron una falta de exposición a patógenos que normalmente están presentes en el entorno. Esto limitó su experiencia inmunitaria, la cual adquirimos durante nuestros primeros años de la infancia y a lo largo de nuestra vida [1].

La importancia de la deuda inmunitaria surge cuando las medidas de prevención se retiran, donde se espera un aumento en la severidad y frecuencia de las infecciones anteriormente catalogadas como de baja morbimortalidad, ya que el sistema inmune no ha tenido la oportunidad de generar una respuesta adecuada frente a estos patógenos [2]. Toda decisión a favor de algo es en contra de otra cosa. El confinamiento crea una “deuda” que, eventualmente, deberá “pagar” el sistema inmunológico cuando los virus vuelven a circular.

Durante la pandemia, las medidas adoptadas de protección personal, y restricciones de contacto social, generaron una disminución drástica a la exposición de patógenos respiratorios encontrados comúnmente en el ambiente. En circunstancias normales, los niños estarían expuestos a estos virus, permitiendo desarrollar una inmunidad a lo largo de su crecimiento. Ya que se conoce que el sistema inmunitario inicia su maduración aproximadamente a partir del año de edad, con su mayor pico en la adolescencia. Estas restricciones establecidas durante la pandemia interrumpieron este proceso natural [4].

Se menciona por varios estudios, que durante los primeros años de pandemia, la incidencia de bronquiolitis y neumonía disminuyó drásticamente a nivel mundial, incluso considerando erróneamente, la desaparición de estos virus respiratorios [5]. Generando así una población inmunológicamente vulnerable, que eventualmente, sería enfrentada a infecciones más severas una vez se relajaran las restricciones de confinamiento [6].



Manifestaciones Clínicas y Epidemiológicas de la Deuda Inmunitaria

Las manifestaciones clínicas de la deuda inmunitaria se observan principalmente en niños pequeños que no fueron expuestos a los virus respiratorios durante los periodos críticos de desarrollo inmunológico. Esto, ha llevado a un aumento en la severidad de infecciones respiratorias cuando estos virus volvieron a circular, incrementando la cantidad de hospitalizaciones y complicaciones graves [7]. Analizando desde el ángulo de la estadística, el aumento abrupto de casos de infecciones respiratorias que normalmente habrían ocurrido de manera gradual es un cambio que muestra un error importante en las medidas sanitarias, una aparición de una nueva cepa o, lo más probable en este escenario, una deuda inmunitaria en la población [8].

En varios países, se ha observado que brotes de infecciones respiratorias como bronquiolitis por VSR se adelantaron o se presentaron fuera de los meses fríos de invierno, un fenómeno inusual que no se había visto antes [9]. Esta situación generó una carga adicional para los sistemas de salud, quienes deben gestionar brotes inesperados y más severos de infecciones respiratorias en pediatría [10].

Evidencias Científicas sobre la Existencia y el Impacto de la Deuda Inmunitaria en la Población Pediátrica

El concepto “Deuda inmunitaria” tiene respaldo por diversos estudios a nivel global. Institutos de tercer nivel principalmente, que cuentan con las pruebas moleculares de detección necesarias como la PCR, corroboran el aumento de infecciones por virus como rinovirus, adenovirus, parainfluenza y metapneumovirus. Estas instituciones han reportado un incremento en la necesidad de hospitalizaciones por bronquiolitis, neumonía y otras infecciones respiratorias graves, lo que sugiere una correlación directa con la falta de exposición previa a estos patógenos [3].

Experiencia reportada en otros estudios que abarcó a 26 países reveló una disminución drástica en las infecciones por bacterias como *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenzae*, donde las medidas de confinamiento son más efectivas [4].

Epidemiología Post-COVID-19 de Virus Respiratorios



La estacionalidad observada en años previos a la pandemia de Sars-Cov-2 se mantenía consistente y considerada predecible. Los brotes de VSR e influenza seguían un patrón estacional claramente definido, logrando instaurar medidas preventivas en grupos vulnerables durante época de invierno donde se mantenían con un pico consistente año con año. Sin embargo, en el periodo post pandemia, se ha observado el cambio y pérdida de patrones con un desplazamiento de los brotes de estas infecciones fuera de sus temporadas habituales, surgiendo VSR incluso en verano en países como Nueva Zelanda y el Reino Unido [5].

Este cambio del paradigma en los patrones se puede explicar por la falta de exposición de la población, con una rotura en la inmunidad de rebaño, una falta de exposición de los pacientes a virus atenuados y la repetida exposición con personas infectadas con sepas menos virulentas [6]. Investigaciones han demostrado que al perder el factor protector de la vida en sociedad se permitió el desarrollo de bacterias y virus con suficiente diferenciación morfológica y en mecanismos de virulencias para causar mayor morbilidad y mortalidad en grupos no expuestos [7].

Cambio de paradigma en la comprensión de brotes de virus respiratorios.

Entre el 2024, y el año 2025, notamos un cambio importante en el comportamiento estacional de los virus respiratorios. En contraste con los patrones regulares y predecibles que solían observarse antes de la pandemia por COVID-19. Los estudios realizados en la etapa posterior de la pandemia, han demostrado la importancia de incorporar pruebas, inmunológicas y moleculares, como la reacción de cadena de polimerasa, ya sea en su versión única O, paneles de fillmaray para fortalecer la vigilancia, epidemiológica y anticipar posibles brotes. Esta actualización de los métodos diagnósticos ha permitido una identificación más precisa de los virus circundantes, revelando la presencia de algunos virus, que pasaban desapercibidos o incluso con infecciones, entre más de uno de ellos o infecciones virales y bacterianas simultáneas.

De manera retrospectiva, se ha documentado un aumento considerable en la incidencia de infecciones respiratorias graves, especialmente bronquiolitis por virus sincitial respiratorio (VSR), en niños menores de dos años, con brotes que surgieron fuera de la temporada invernal típica [2].



Este hallazgo plantea la duda sobre si dichos patrones ya existían antes, pero no se identificaban por la falta de métodos diagnósticos sensibles.

Durante la pandemia por COVID-19. En particular entre los años 2020, 2021, se registró una disminución significativa en la incidencia de infecciones respiratorias en la población pediátrica, se atribuyó a la aplicación generalizada de medidas preventivas, como el confinamiento, el cierre de escuelas, el uso de cubrebocas, el distanciamiento social y otras medidas epidemiológicas, no obstante, tras su retiro paulatino de estas medidas en el 2023 y su retiro completo en el 2024, se notó un repunte en las brotes de infecciones respiratorias, las cuales reaparecieron, pero con mayor número de niños afectados casos de mayor gravedad [3] eso se le atribuyó a la llamada deuda, inmunitaria, lo que resultó en una menor inmunidad poblacional. Como consecuencia, muchos niños presentaron infección respiratorias, más severas por patógenos que normalmente no condicionaban enfermedad de gravedad, además, un aumento importante en casos de bronquiolitis, neumonía y crisis asmáticas con una mayor necesidad de hospitalización y días en cuidados intensivos [6].

Impacto de la deuda inmunitaria en Pediatría

En la revisión de la autora Cristina Calvo se presenta un análisis estructurado de los efectos de la pandemia inicial en el 2019, pero destaca de manera Insignificante sola epidemiología las infecciones respiratorias en Pediatría, sino las interacciones entre las diferencias infecciones de origen, viral y bacteriano introduce el concepto de deuda inmunitaria, señalando que este fenómeno no afecta únicamente el sistema respiratorio, sino que se extiende a cualquier infección de cualquier parte del ser humano, siendo pionera en notar este cam en el patrón estacional y observando que este cambio se desarrolla progresivamente entre los años, 2020 y 2023 [47].

Durante el 2020, la implementación de estrictas medidas de salud pública generó una disminución total de las infecciones de transmisión aérea, afectando al virus sincitial respiratorio (VRS) y la influenza, interrumpiendo por completo los brotes invernales característicos. [47]



En el verano de 2021, por primera vez se observó un comportamiento inusual del VRS, con brotes fuera de temporada en países como Nueva Zelanda y Australia, donde se alcanzaron tasas de incidencia hasta cinco veces mayores que en años anteriores. En Europa, y especialmente en España, se reportaron numerosos casos de infecciones respiratorias altas en los meses de julio y agosto, protagonizadas por el VRS. Además, durante ese invierno se documentó una temporada más prolongada de incidencia sostenida en infecciones respiratorias [47].

Entre el otoño de 2021 y el invierno de 2022, se presentó una epidemia adelantada de metapneumovirus humano, un virus que habitualmente circula en primavera. Esta vez, afectó a niños de mayor edad de lo habitual, con cuadros de neumonía que requirieron ingreso en unidades de cuidados intensivos pediátricos. Se asoció a la falta de exposición inmunológica en lactantes y madres, quienes permanecieron en aislamiento durante los periodos críticos de la pandemia [47].

En el otoño de 2022, se observaron incidencias muy elevadas de infecciones respiratorias, tanto virales como bacterianas. En el Reino Unido hubo un incremento inusual de infecciones por *Streptococcus pyogenes*, incluyendo formas graves de escarlatina, neumonía, sepsis y fascitis necrosante en niños menores de 10 años, lo que supuso un cambio importante en el paradigma epidemiológico [47].

Finalmente, en la primavera de 2022, se reportó un brote de hepatitis infantil aguda asociado a infección por adenovirus. Aunque la relación se mantiene como una correlación más que una causalidad comprobada, este hecho refuerza la hipótesis de que la deuda inmunitaria podría estar implicada también en fenómenos infecciosos no exclusivamente respiratorios [47]. La Figura 1 describe el impacto de la deuda inmunitaria en formato de línea del tiempo.



Figura 1: Impacto de la Deuda Inmunitaria en Pediatría



Línea de tiempo que ejemplifica como ha cambiado la epidemiología de las infecciones respiratorias en pediatría.

Cambios en la Respuesta Inmune de los Niños Debido a la Menor Exposición a Patógenos Durante los Confinamientos

Previamente, la exposición repetida a agentes como el virus sincitial respiratorio (VSR) o el virus de la influenza estimulaba el sistema inmunológico, permitiendo su desarrollo progresivo. La eliminación de estos encuentros dejó a muchos niños particularmente a los nacidos durante 2019-2020 inmunológicamente vírgenes o incompetentes frente a dichos patógenos [48].

Como consecuencia, tras el levantamiento de las restricciones en 2022 y 2023, se observaron picos epidémicos y oleadas persistentes de infecciones respiratorias más severas y extensas, siendo las más frecuentes la bronquiolitis, la neumonía y las coinfecciones con SARS-CoV-2, especialmente en niños menores de dos años [48].

El artículo revisado menciona que, tras la suspensión de las medidas no farmacológicas para prevenir la transmisión de infecciones emergentes, se incrementaron de manera significativa las infecciones causadas por patógenos estacionales como *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria*



meningitis, influenza y VSR. Se reportó un adelanto en los picos epidémicos y una prolongación de la duración de los brotes, lo que sugiere un estado de erosión en la inmunidad colectiva [48]. Se incrementó la gravedad clínica de los cuadros infecciosos, con mayor necesidad de ventilación mecánica y un aumento en los ingresos a las unidades de cuidados intensivos pediátricos [48].

El artículo también introduce el concepto emergente de inmunidad entrenada (trained immunity), una forma de memoria inmunológica innata que podría utilizarse como estrategia de prevención no específica ante futuras infecciones. Se propone el diseño de vacunas que estimulen esta respuesta para ofrecer protección transitoria mientras se desarrollan inmunizaciones más específicas [48].

Se resalta la necesidad de realizar más estudios sobre el papel que juega la exposición regulada a infecciones de baja letalidad en el entrenamiento del sistema inmunológico infantil, reconociendo este proceso como algo natural y fundamental durante el crecimiento [48].

Riesgo de Infecciones Graves en la Población Pediátrica Susceptible

El riesgo de infecciones respiratorias graves en niños sin exposición previa a patógenos comunes ha aumentado significativamente a raíz de la deuda inmunitaria. Se ha observado una mayor frecuencia de casos, con complicaciones severas que requieren hospitalización, siendo el virus sincitial respiratorio (VSR) y la influenza los principales agentes asociados a ingresos en unidades de cuidados intensivos e incluso a desenlaces fatales [2, 4].

Este desafío se intensifica con la alteración de los patrones estacionales, lo que ha llevado a un incremento de casos en momentos del año en que tradicionalmente no se esperaban brotes [5]. Factores como la inmunidad individual, el cambio en la dinámica epidemiológica y las dificultades en el acceso oportuno a los servicios de salud agravan el pronóstico de estos pacientes y limitan la capacidad de respuesta del sistema sanitario.

Factores extrínsecos que contribuyen a los cambios en la epidemiología: confinamiento, uso de las mascarillas, distanciamiento social y vacunación contra COVID-19.



Entre los factores extrínsecos son confinamientos, uso de mascarillas, distanciamiento social, evitar las aglomeraciones, mantener charlas con personas en menos de 15 minutos en lugares cerrados, lavarse las manos la adecuada técnica, evitar y planear los movimientos humanos entre poblaciones, todos participaron y contribuyeron de manera crucial en la reducción de la transmisión de los virus respiratorios emergentes durante la pandemia del 2019, sin embargo, con el levantamiento gradual de estas medidas, la vacunación contra SARS-COV-2 y la reanudación de la movilidad social, estos virus remitieron, pero con brotes más severos, debido a la acumulación de una población susceptible que perdió su inmunidad de rebaño [3].

Además, la campaña de vacunación masiva contra el Sarcotosa, ha tenido un impacto significativo en la reducción del morbimortalidad relacionadas con el COVID-19, sin embargo, reducirse la aplicación de otras medidas preventivas, como el aislamiento social, los virus como el VSR y la influenza volvieron a circular con más intensidad, afectando particularmente a la población pediátrica. Estos factores extrínsecos deben tenerse en cuenta para desarrollar nuevas medidas epidemiológicas [4].

Perspectivas futuras y propuestas para mitigar el impacto de la deuda inmunitaria en futuras epidemias de virus respiratorias

Se prevé que en estas etapas posterior al confinamiento, la deuda inmunitaria afecte a la población pediátrica durante al menos varios años. Los expertos sugieren que los brotes de virus respiratorios, continuarán, sin embargo, tendrán un patrón más errático hasta posteriormente estabilizarse los picos son difíciles de predecir e incluso imposibles en estos momentos, por lo que la campaña de vacunación se encuentra debilitada [8].

Las campañas de vacunación contra virus respiratorios como la influenza deben fortalecerse para aumentar la inmunidad en la población pediátrica. Aunque no existe vacunación para el VSR, se espera su implementación pronta en las poblaciones humanas [11,12].

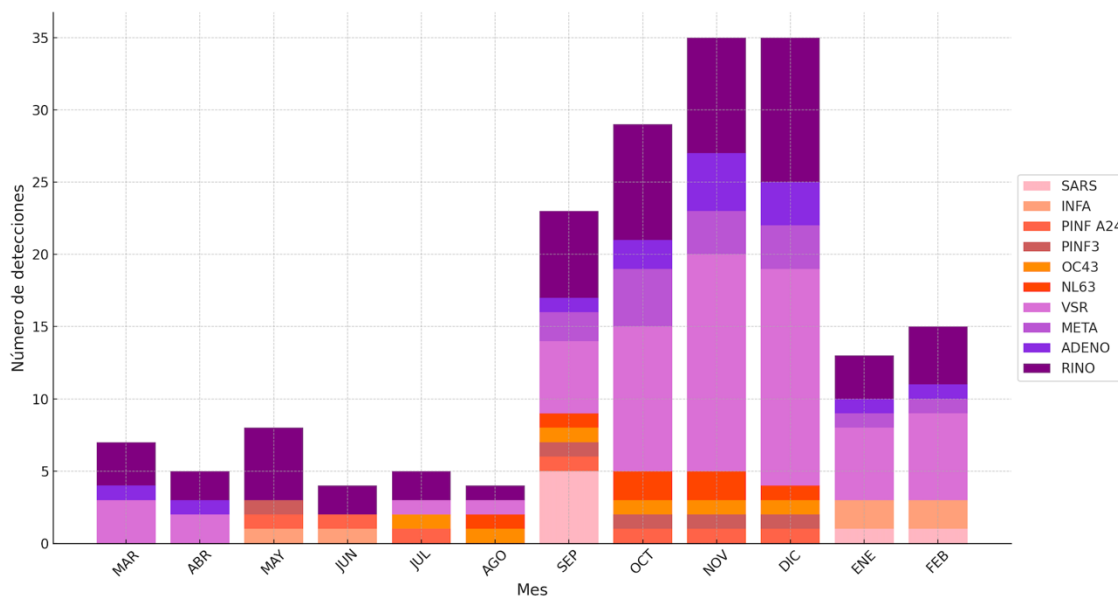
Además de las estrategias de vacunación, la implementación de programas de monitoreo continuo de los virus respiratorios en la comunidad será fundamental. El lavado de manos y el uso de



mascarillas en aglomeraciones o lugares de riesgo, aun en ausencia de brotes epidémicos, también contribuirán a reducir la transmisión de patógenos respiratorios [13].

Otra propuesta clave es mejorar el acceso a los servicios de salud, asegurando que los niños con infecciones respiratorias graves reciban una atención temprana y adecuada, evitando que la complicación se instaure. Los hospitales, especialmente los de tercer nivel, deben estar preparados para manejar el aumento en la demanda, debido a que no existe un patrón específico en las enfermedades respiratorias emergentes con alta demanda de cuidados intensivos pediátricos. En la anterioridad, los recursos fueron insuficientes por la gran demanda de casos de bronquiolitis y neumonía severa [14]. En la figura número 2 “Prevalencia de virus respiratorios por mes en un hospital de tercer nivel” se ejemplifica el cambio de estacionalidad en los patógenos causantes de infecciones del tracto respiratorio en la población pediátrica.

Figura 2 Prevalencia de virus respiratorios por mes



Adaptada de la tesis de Xóchitl Quiróz Mena (2023), que muestra la prevalencia mensual de virus respiratorios detectados en un hospital de tercer nivel en México. Se observa una alta concentración de infecciones por virus sincitial respiratorio (VSR), rinovirus y metapneumovirus entre los meses de septiembre y diciembre, lo que evidencia un cambio en la estacionalidad habitual de estos patógenos. Este comportamiento respalda el fenómeno de la deuda inmunitaria en población pediátrica post-pandemia.



Al levantarse las restricciones, los brotes reaparecieron con mayor intensidad, especialmente en niños pequeños que no habían desarrollado inmunidad [4]. Esto generó una mayor demanda de hospitalización y cuidados intensivos, ejerciendo presión adicional sobre hospitales de tercer nivel [5]. Además, se alteraron los patrones estacionales: brotes de VSR e influenza comenzaron a surgir en épocas inusuales, incluso en verano, lo que ha complicado la planificación sanitaria [6,7]. Esta misma tendencia se ha observado en infecciones bacterianas como *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenzae* [8].

Todo ello, apuesto a la luz, la necesidad de fortalecer la evidencia y la vigilancia epidemiológica para ajustar las estrategias de vacunación, incluyendo la incorporación de futuras vacunas contra virus como el VSR [11]. Medidas preventivas simples como lavado de manos el uso de mascarillas, evitar mantener conversaciones continuas en lugares cerrados. La educación y difusión de estas prácticas en la población continúan siendo útiles para reducir la transmisión de patógenos respiratorios [12]. Además, es fundamental garantizar el acceso a la atención médica oportuna y preparar a los hospitales para enfrentar picos de demanda como la pandemia que actualmente estudiamos [13]. La deuda monetaria es real y ha modificado el comportamiento de las infecciones respiratorias en la infancia, y como la naturaleza cambia los sistemas de salud, deben adaptarse y anticiparse a estos nuevos desafíos [14].



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



Planteamiento del problema

El confinamiento y las medidas de distanciamiento, así como las barreras básicas de protección personal durante la pandemia de COVID-19, generaron en la población pediátrica un fenómeno llamado deuda inmunitaria. Si bien algunos estudios han comenzado a investigar este concepto, hasta ahora se desconoce cómo ha afectado específicamente la estacionalidad, frecuencia y gravedad de las infecciones respiratorias virales en pediatría en hospitales de tercer nivel en México. La falta de esta información limita nuestra capacidad de respuesta como servicios de salud pediátrica para prepararnos ante enfermedades respiratorias emergentes y posibles cambios en la epidemiología de estas infecciones en la era post-COVID-19.



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



Pregunta de investigación:

¿Cómo ha impactado la deuda inmunitaria en la epidemiología de las infecciones respiratorias virales en pacientes pediátricos en la era post-COVID-19 en un hospital de tercer nivel?



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



Justificación

Se justifica la búsqueda de evidencia de ese fenómeno emergente de inmunitaria porque ha modificado la presentación y el comportamiento de las infecciones respiratorias en las poblaciones pediátricas su entendimiento podría impactar de forma positiva en la vida de miles de personas, además de plantear las estrategias de prevención de enfermedad respiratorias en la población, así como informar de futuras decisiones en la salud pública la investigación pública con los criterios de posibilidad dentro del contexto institucional, ya que se dispone a acceso a base de datos de epidemiológicas y estudios biológicos de pacientes pediátricos asimismo, el proyecto cuenta con la aprobación ética y no presenta conflicto de intereses.



Objetivos

Objetivo Principal

Evaluar el impacto de la deuda inmunitaria en la estacionalidad, frecuencia y gravedad de infecciones respiratorias virales en pacientes pediátricos en la era post COVID-19 en un hospital de tercer nivel.

Objetivos Secundarios

Analizar los cambios de estacionalidad de las infecciones respiratorias virales en comparación con los patrones históricos previos a la pandemia.

Determinar si la deuda inmunitaria ha influido en el aumento de hospitalizaciones por infecciones respiratorias virales en pacientes pediátricos.

Evaluar la relación entre la deuda inmunitaria y la gravedad de las infecciones, midiendo la necesidad de ingreso a unidad de cuidados intensivos, días de estancia, hospitalaria y otros parámetros clínicos de gravedad.

Hipótesis

La deuda inmunitaria generada por la disminución de la exposición a virus respiratorios durante la pandemia por COVID-19 se asocia con un incremento en la frecuencia, severidad clínica y necesidad de hospitalización por infecciones respiratorias virales en pacientes pediátricos durante la era post-pandémica.

Metodología

Tipo de estudio

Estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal, basado en el análisis de una base de datos hospitalaria institucional.



Población de estudio

Pacientes pediátricos (de 0 a 16 años) atendidos en el Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca (HRAEI), que fueron hospitalizados por infección respiratoria viral en un periodo de noviembre de 2019 y enero de 2025.

Criterios de inclusión

- Pacientes pediátricos (de 0 a 16 años) atendidos en el hospital de tercer nivel.
- Diagnóstico confirmado de infección respiratoria viral (por métodos virológicos o moleculares).
- Ingresos hospitalarios entre el año 2019 y 2025.

Criterios de no inclusión

- Pacientes hospitalizados por patologías no respiratorias sin estudio etiológico viral.
- Casos con egreso ambulatorio sin necesidad de hospitalización o con diagnóstico clínico sin confirmación microbiológica.

Criterios de exclusión

- Pacientes con diagnóstico de infección bacteriana o mixta que no permita identificar la presencia de una infección viral aislada.
- Pacientes con inmunodeficiencias congénitas o adquiridas (exceptuando las inmunodeficiencias secundarias a infecciones virales previas).
- Pacientes que no completen el protocolo diagnóstico durante su hospitalización.

Criterios de eliminación

- Datos incompletos en los registros médicos que impidan la adecuada recolección de información.

Recolección de datos y selección de pacientes

La recolección de datos se realizó mediante supervisión de expedientes electrónicos y la base de datos institucional del servicio de pediatría del hospital regional de alta especialidad. Esta peluca con apoyo del área de infectología pediátrica, además, se incluyeron todos los casos que



cumplieron con los criticados de inclusión y se depuraron los registros conforme a los criterios de exclusión y eliminación, la recolección cumplió un periodo comprendido entre noviembre del 2019 y en enero del 2025.

Datos médicos recolectados

- Datos demográficos: edad, y sexo.
- Diagnóstico virológico: virus identificado en el panel molecular.
- Variables clínicas: ingreso a hospitalización general, ingreso a UTIP, días de estancia hospitalaria total y en UTIP.
- Complicaciones registradas: broncoespasmo severo, falla respiratoria, hemorragia pulmonar, requerimiento de traqueostomía.
- Egreso: por mejoría, defunción o referencia.



Definición de variables

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Género	Independiente	Grupo al que pertenecen los seres humanos de cada sexo, entendido este desde el punto de vista sociocultural en lugar de exclusivamente biológico.	Cualitativa nominal	Masculino o femenino
Edad	Independiente	Tiempo que ha vivido una persona	Cuantitativa por intervalos	-0 a 4 años -5 a 16 años
Fecha de ingreso a urgencias	Dependiente	Se tomará en cuenta el mes en que el paciente solicita atención en el área de urgencias pediátrica	Cualitativa nominal	Cada mes del tiempo en estudio
Requerimiento de ingreso a UCIP	Dependiente	Se tomará en cuenta la necesidad de ingreso a Terapia Intensiva Pediátrica.	Cualitativa nominal	Si ingresa o no a UCIP
Días de estancia hospitalaria total	Dependiente	Total de días que transcurren entre el día de valoración en urgencias hasta el día de egreso hospitalario	Cuantitativa discreta	Número de días totales
Factores de riesgo	Dependiente	Presencia o ausencia de los principales factores de riesgo que se describen en la literatura para presentar una infección de vía respiratoria baja	Cualitativa nominal dicotómica	-Tabaquismo -Pretérmino -Hacinamiento -Inmunizaciones -Lactancia -Antecedentes patológicos
Agente etiológico	Dependiente	Agente etiológico identificado por pruebas de laboratorio molecular como causa del cuadro clínico compatible con neumonía	Cualitativa nominal dicotómica	-SARS-COV-2 -Influenza A -Parainfluenza 2/4 -Parainfluenza 3 -Coronavirus OC43 -Coronavirus NL63/HKU1 -VSR A -Metapneumovirus -Adenovirus -Rinovirus/Enterovirus
Complicaciones	Dependiente	Evento adverso o condición clínica no deseada que surge durante o después de un tratamiento ya sea médico o quirúrgico, y que afecta negativamente la evolución del paciente.	Cualitativa nominal dicotómica	-Traqueostomía, Hipertensión pulmonar, derrame pleural, atelectasias, neumotorax, hemorragia pulmonar, alteración neurológica



Recursos e infraestructura

Se utilizaron los sistemas de registro clínico electrónico institucional, el software para análisis estadístico y el respaldo de la infraestructura informática del hospital. No se requirieron recursos materiales ni personal adicional. El proyecto fue desarrollado sin generar costos extra al sistema de salud.

Aspectos Éticos

De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud el Protocolo/Tesis de Investigación es considerado como:

Sin riesgo Con riesgo mínimo Con riesgo mayor al mínimo

Cronograma de actividades

Actividad	Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024	Abril 2024	Mayo 2024	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025	Agosto 2025	
Planeación de metodología																					
Recopilación de datos																					
Llenado de base de datos																					
Actualización de enfoque estadístico																					
Análisis de datos																					
Presentación parcial de resultados																					
Registro de protocolo																					
Actualización de fuentes bibliográficas																					
Autorización de protocolo																					
Entrega final																					



Resultados

En el periodo estudiado, se recabo información de un total de 678 pacientes pediátricos del Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca, quienes ingresaron con los diagnósticos de neumonía, bronquiolitis y crisis asmática. Tras aplicar los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, 293 pacientes fueron descartados por no cumplir con todos los criterios de inclusión, 105 casos no fueron considerados por los criterios de eliminación. Dejando 280 pacientes quienes cumplieron con todos los criterios para el análisis de este estudio.

A partir de estos, se exploraron variables como la etiología viral, la temporalidad de los casos, la presencia de complicaciones, el requerimiento de ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica (UTIP), la duración de su estancia tanto en la terapia pediátrica, hospitalización pediatría y los días de estancia hospitalaria totales, y los desenlaces clínicos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante gráficas comparativas por trimestre, análisis estadísticos no paramétricos y tablas de frecuencia, y se contrastan con la evidencia científica actual para evaluar el impacto de la deuda inmunitaria en la epidemiología de las infecciones respiratorias en la era post-COVID-19.

Distribución de virus respiratorios por trimestre

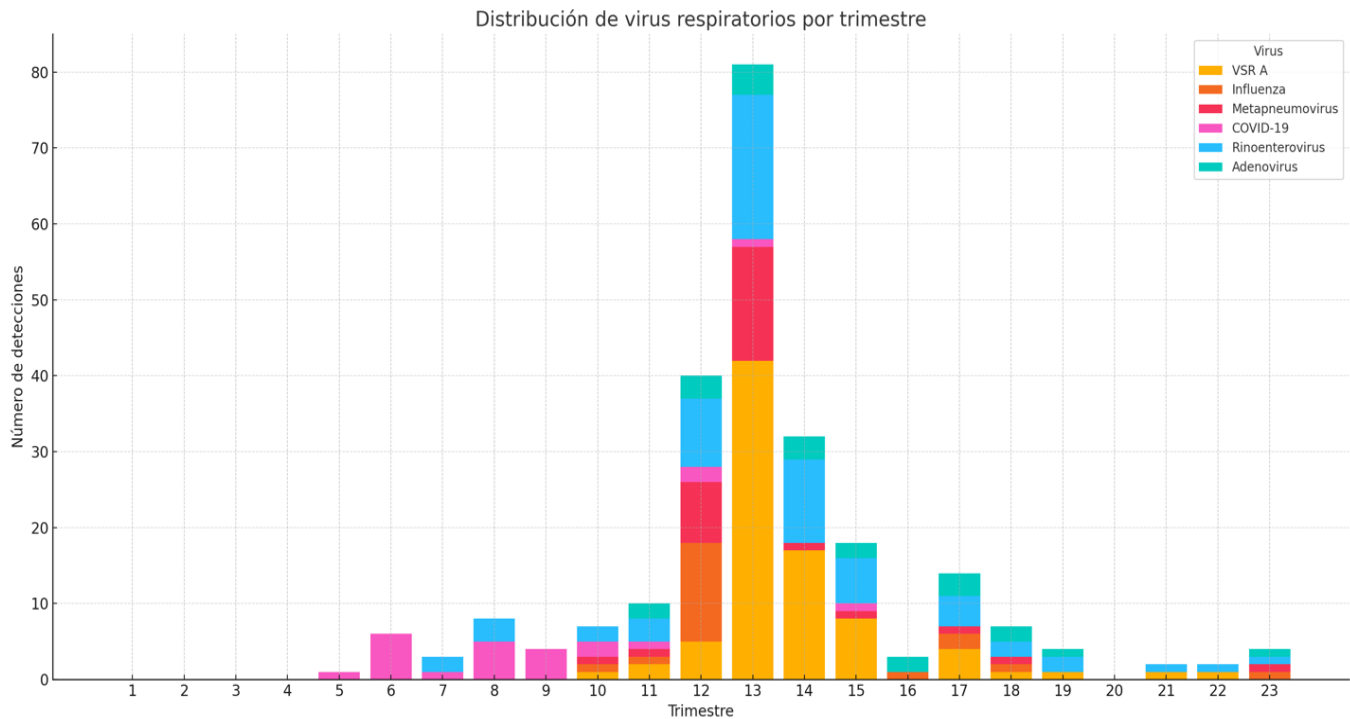
Entre los resultados más relevantes, se obtuvieron el número de pacientes con infección de vías respiratorias altas con identificación de la etiología, se graficó de acuerdo al trimestre desde la recopilación de nuestra población entre noviembre de 2019 y enero de 2025. En la figura número tres llamada la atención, la distribución de virus respiratorios por trimestre, se demuestra la distribución temporal de los seis virus respiratorios más importantes. Para esta muestra siendo el VSRA la influenza, Metapneumovirus, SARS – CoV- 2, rinoenterovirus y adenovirus se observa un marcado pico epidémico en el trimestre 13, que corresponde al segundo trimestre del 2022, donde se concentran la mayor cantidad de detecciones, destacando como principal agente, El VSR A, seguido de la Influenza, y Rinoenterevirus.

Este patrón sugiere una co-circulación viral intensa posterior a la pandemia por SARS-CoV-2, posiblemente asociada al fenómeno de deuda inmunitaria, en el cual una menor exposición previa



a patógenos genera un aumento en la incidencia y severidad de infecciones posteriores. Tras este pico, la actividad viral disminuye progresivamente pero se mantiene la circulación residual de todos los virus a lo largo de los trimestres siguientes, sin alcanzar nuevamente la magnitud observada en el trimestre 13.

La Figura 3 “Distribución de virus respiratorios por trimestre”

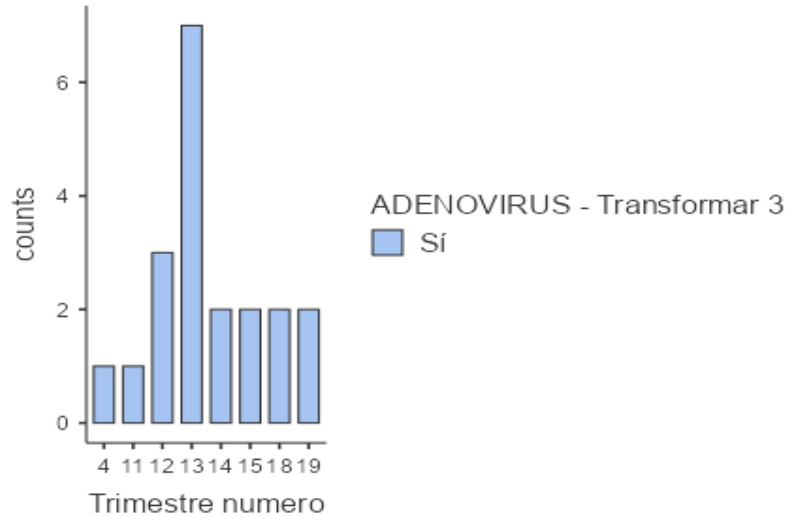


Distribución de virus respiratorios por trimestre. Se representan las detecciones acumuladas de VSR A, Influenza, Metapneumovirus, COVID-19, Rinoenterovirus y Adenovirus entre los trimestres 1 y 23.

Además se analizó la relación entre las etiologías y los trimestres analizados por separado, con la intención de identificar el fenómeno de off-season Figura 4 “Patógenos vs trimestre Adenovirus.” mostró un comportamiento más esporádico, con un aumento repentino en el trimestre 13, lo cual puede estar asociado a brotes institucionales o circulación viral focalizada.



Figura 4 Patógenos vs trimestre Adenovirus.

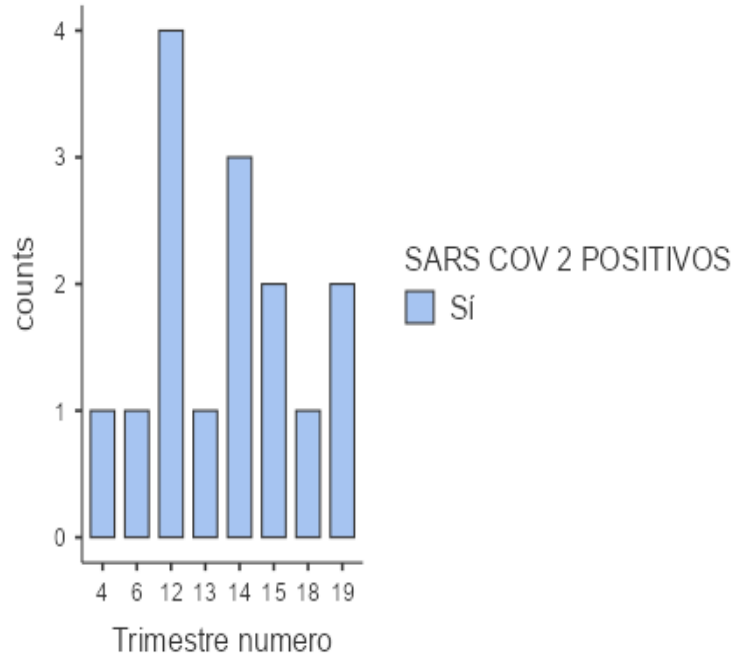


Adenovirus se detectó principalmente en el trimestre 13 (2022-T4), con un pico de 7 casos, seguido de una distribución dispersa entre los trimestres 4 y 19 con menor frecuencia (1 a 3 casos por trimestre).

Del mismo modo en la Figura 5 Patógenos vs trimestre SARS COV 2, se identifica un repunte claro en el trimestre 6 (2021-T1), correspondiente a un posible brote pediátrico en la fase de transición entre oleadas virales.



Figura 5 Patógenos vs trimestre SARS COV 2.

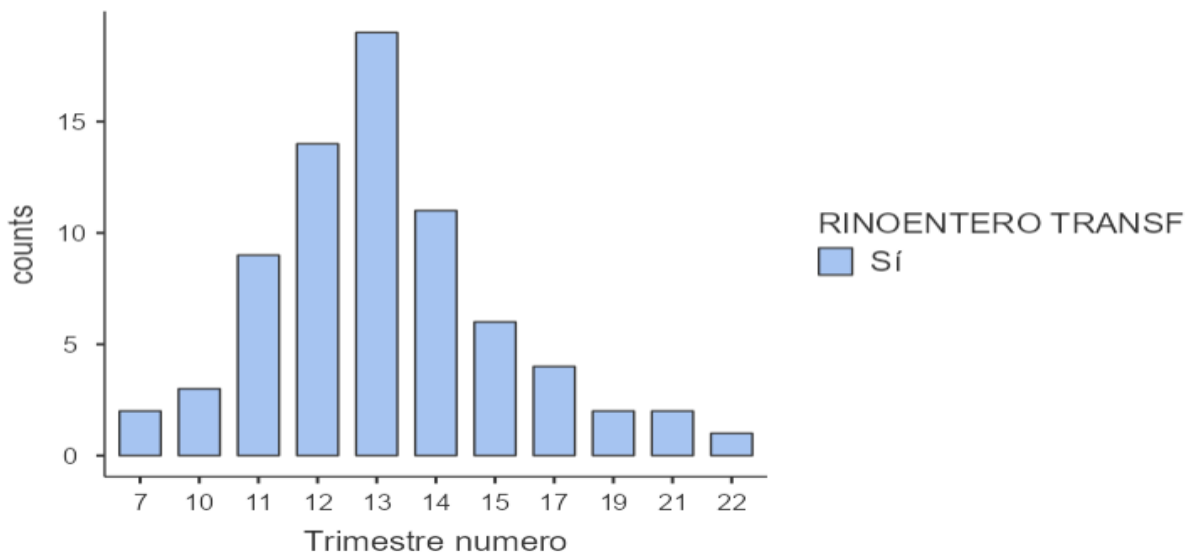


SARS-CoV-2 presentó un máximo de detección en el trimestre 6 (4 casos), con presencia intermitente entre los trimestres 4 y 19.

Caso contrario la etiología de rinovirus, se graficó su estacionalidad en la Figura 6 “Patógenos vs trimestre Rinoenterovirus”, y observamos una curva de distribución simétrica, parece tener un patrón estacional típico. Su alta incidencia en 2023 puede reflejar la reintroducción comunitaria de virus respiratorios comunes tras el relajamiento de las medidas sanitarias, afectando a pacientes con menor inmunidad previa.



Figura 6 Patógenos vs trimestre Rinoenterovirus.

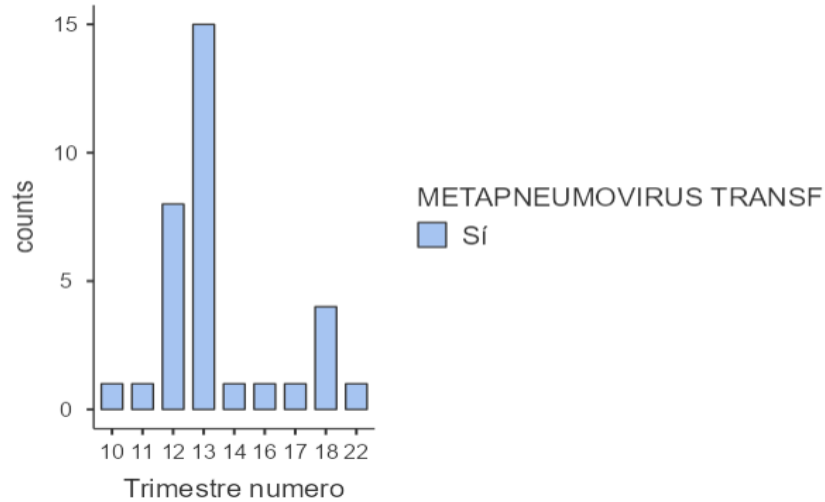


Rinovirus/Enterovirus fue el patógeno más frecuente, con un patrón más claro de estacionalidad. Su pico se registró en el trimestre 13 con 17 casos, precedido por un ascenso gradual desde el trimestre 7 y seguido por un descenso paulatino hasta el trimestre 22.

En el caso del patógeno viral Metapneumovirus, se observa un patrón de circulación, menos intenso, pero igualmente significativo, teniendo un pico marcado en el trimestre número 13, seguido de un descenso progresivo, el trimestre previo también muestra una carga relevante, lo que sugiere un ascenso para ti hasta el pico de un brote que culmina en el trimestre número 13, coincidiendo con la reactivación, viral post pandemia anteriormente mostrado la figura número siete llamada patógenos versus trimestre Metapneumovirus.



Figura 7 Patógenos vs trimestre Metapneumovirus.

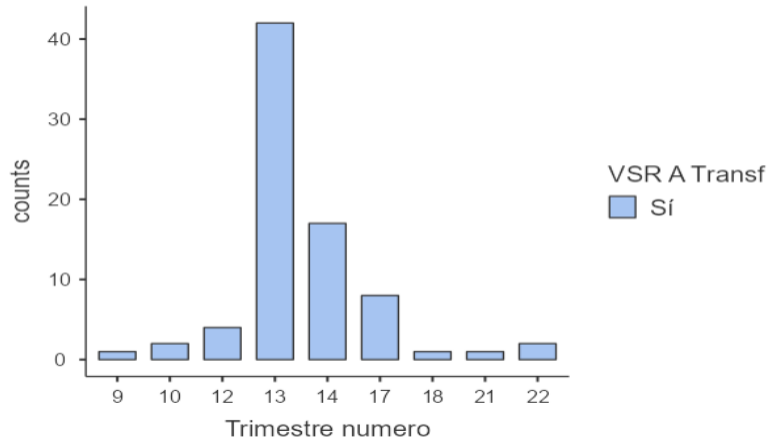


Distribución de detecciones de Metapneumovirus humano por trimestre. Se observa un pico de casos durante el trimestre 13, correspondiente al periodo otoño-invierno

En la Figura 8 “Patógenos vs trimestre VSR A” Se observa una marcada estacionalidad en la circulación del VSR A, con una distribución de detecciones con un pico pronunciado en el trimestre 13, donde se registraron más de 40 casos, seguido por una disminución progresiva en los trimestres posteriores. Este patrón coincide con la reemergencia estacional documentada en la literatura posterior a la pandemia por COVID-19, donde la acumulación de individuos susceptibles tras las restricciones sanitarias favoreció un aumento súbito de casos en la temporada de mayor transmisión.



Figura 8 Patógenos vs trimestre VSR A.

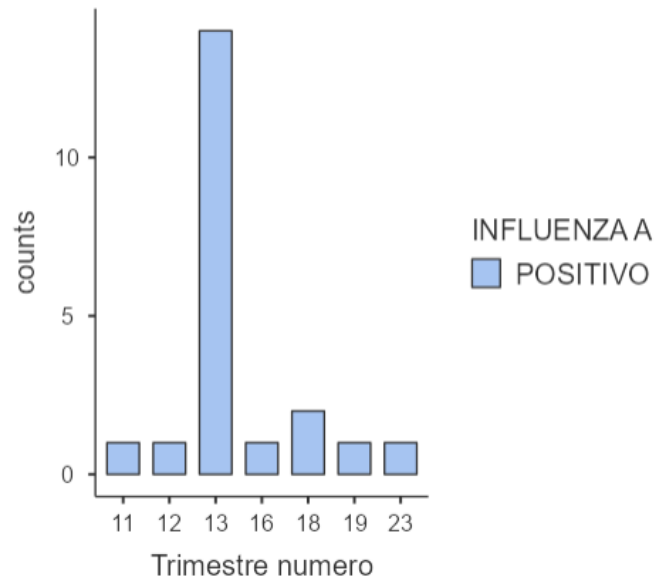


Distribución de casos positivos a virus sincitial respiratorio tipo A (VSR A) por trimestre. Se observa una marcada concentración estacional con un pico pronunciado en el trimestre 13

La figura 9 “Patógenos vs trimestre Influenza A” muestra un pico epidémico marcado en el trimestre 13, seguido de una presencia esporádica con pocos casos aislados en los trimestres 11, 12, 16, 18, 19 y 23. Este comportamiento sugiere una reactivación abrupta y focal de la circulación del virus tras un periodo de baja incidencia, probablemente relacionado con la relajación de las medidas de confinamiento y la pérdida de inmunidad poblacional frente a influenza.



Figura 9 Patógenos vs trimestre Influenza A.

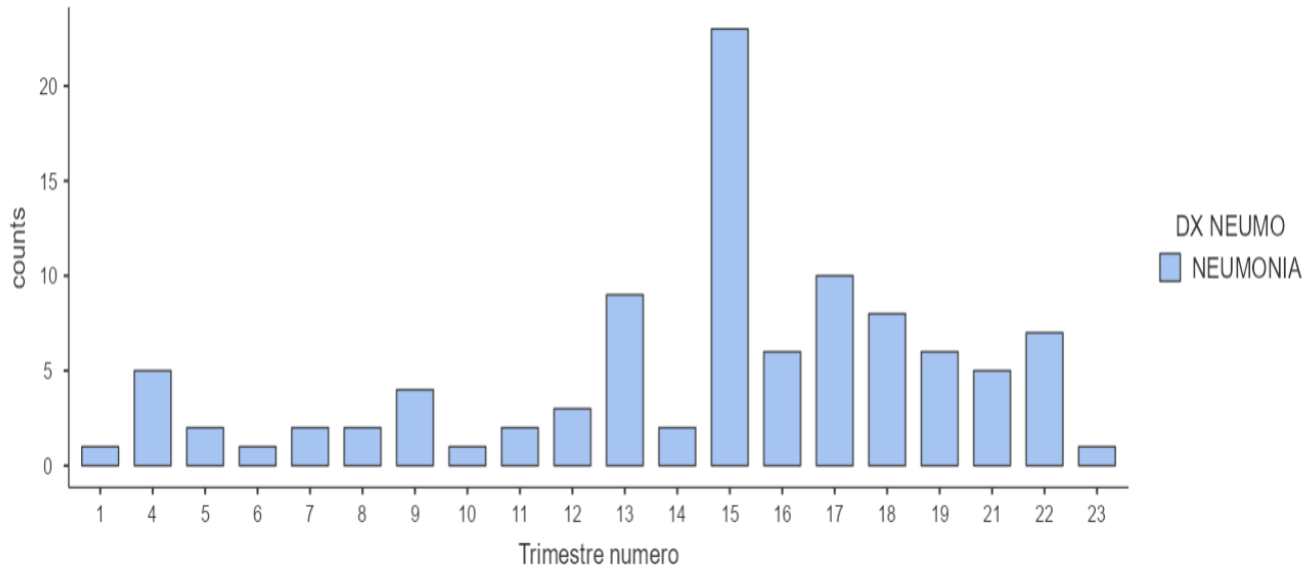


Distribución de casos positivos a Influenza A por trimestre. Se identifica un pico epidémico bien definido en el trimestre 13, con detecciones significativamente superiores al resto del periodo analizado.

También se buscó relación entre el número de casos de infecciones respiratorias sin destacar la etiología, la Figura 10 “Casos de neumonía por fecha” se muestra la cantidad de diagnósticos de neumonía registrados por trimestre de ingreso hospitalario. Se observa un aumento progresivo de casos a partir del trimestre 12 (2022-T3), con un pico máximo en el trimestre 15 (2023-T2), en el cual se registraron más de 20 casos. Posteriormente, la frecuencia disminuye ligeramente, aunque permanece elevada entre los trimestres 16 al 22 (2023-2024), con una incidencia sostenida entre 5 y 10 casos por trimestre. En los trimestres previos al 12, los casos fueron esporádicos y significativamente menores.



Figura 10 Casos de neumonía por fecha

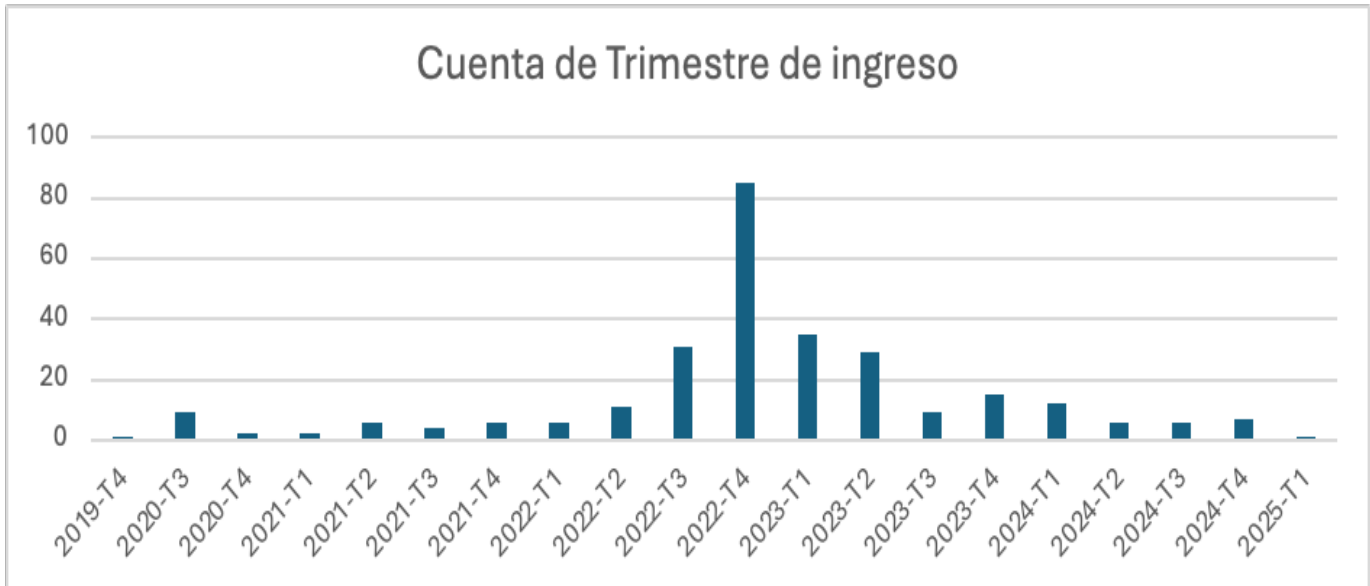


Número de diagnósticos de neumonía por trimestre de ingreso

La Figura número 11 demuestra el número de ingreso respecto al trimestre, ilustra la distribución temporal de los casos registrados durante el trimestre de ingreso, abarcando desde el cuarto trimestre del 2019, hasta el primer trimestre del 2025, por lo tanto el tiempo de observación fue desde el 2019 hasta el 2025, pero destaca el periodo del tiempo entre 2019-2021, donde se observó que los ingresos por infección respiratorias bajas se mantuvieron en niveles bajos y estables, con menos de 10 casos por trimestre reflejando de esta manera el impacto positivo en la disminución de enfermedad respiratorias por el uso de cuidado personal, uso de cubrebocas y aislamiento durante la pandemia, sin embargo, a partir del segundo trimestre del 2022, se observa un aumento progresivo de la frecuencia de ingresos, alcanzando el punto más alto en el cuarto trimestre del mismo año, con más de 80 casos registrados, posteriormente se identifica una disminución gradual a lo largo del 2023-2024, desde el tercer trimestre del 2023, en adelante, la tendencia global es de reducción sostenida en el número de hospitalización, trimestrales, dando entender el nuevo regreso a la normalidad.



Figura 11 Número de ingresos respecto al trimestre

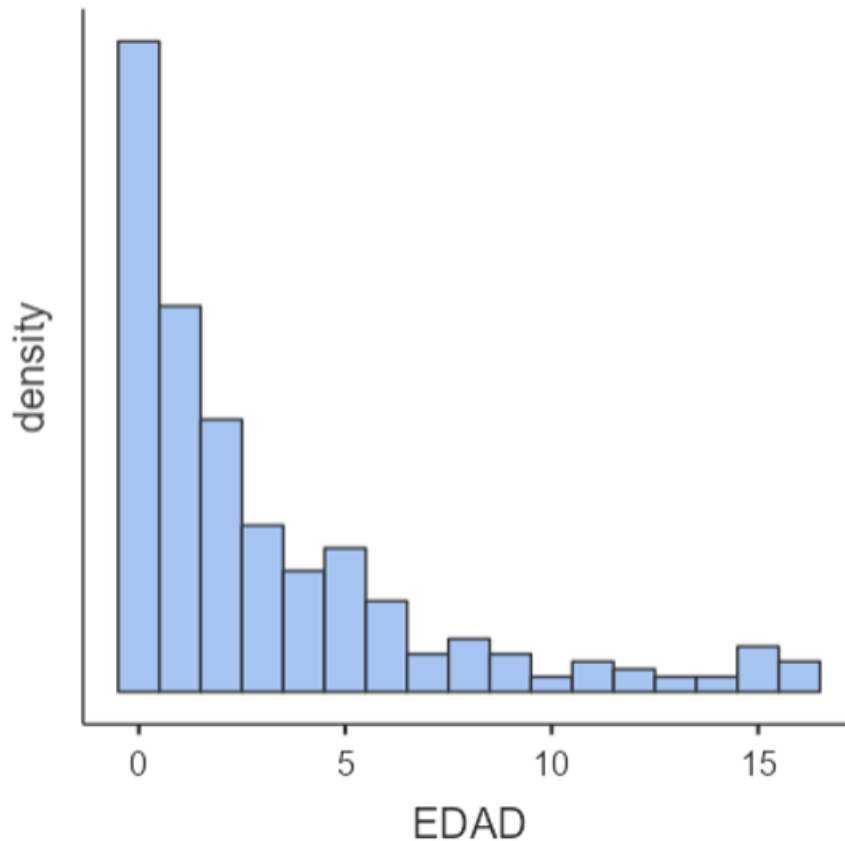


Distribución del número de casos registrados por trimestre de ingreso, desde el cuarto trimestre de 2019 hasta el primer trimestre de 2025.

En la figura número 12 llamada distribución de edad, representada mediante un histograma de densidad demuestra una asimetría positiva con una alta concentración de casos en los primeros años de vida, la mayor densidad se observa el menor es de un año y disminuye de forma progresiva, conforme aumenta la edad de manera significativa a los cinco años. La frecuencia de casos se estabiliza y se encuentran los niveles más bajos hasta los 15 años de edad. Esta distribución confirma que la mayoría de los ingresos corresponde a lactantes y niños en edad escolar y preescolar.



Figura 12 Distribución de edad

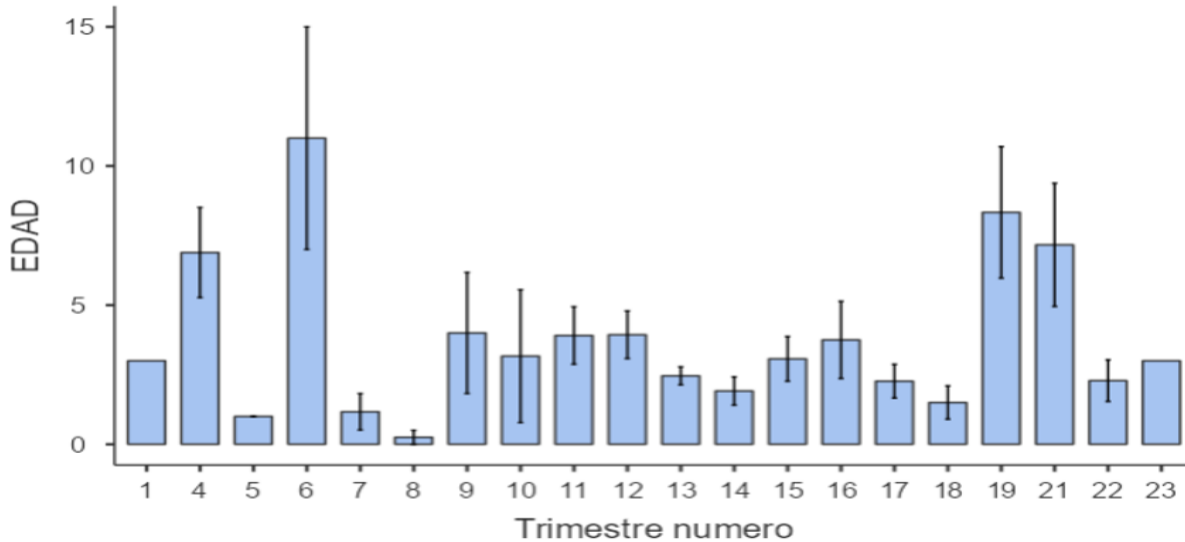


Distribución de densidad por edad (en años). Se observa un mayor número de casos en menores de un año, con disminución progresiva en edades mayores, lo que sugiere que la mayoría de los pacientes corresponde a lactantes y preescolares.

La figura 13 llamada edades de ingreso versus fecha de ingreso, ilustra una distribución heterogénea de la edad de ingreso por trimestre, pero si representa variaciones significativas a lo largo del tiempo, la presencia de picos de edad más elevada en ciertos trimestres contraste con el predominio de lactantes y preescolares en otros periodos, es decir, existen más número de ingresos de pacientes lactantes y preescolares en los primeros años, la pandemia por COVID.



Figura 13 Edades de ingreso y fecha de ingreso



Comparación de la edad de ingreso promedio por trimestre y análisis estadístico asociado.

En la Tabla 1 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk confirma que los datos de edad no siguen una distribución normal justificando el uso de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis representada en la Tabla 2. El resultado significativo de esta prueba ($\chi^2 = 40.2$; $gl = 19$; $p = 0.003$) indica que existen diferencias estadísticamente relevantes en las edades de ingreso entre los distintos trimestres.

Tabla 1 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.864	< .001

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk evidenció que la variable edad no presenta distribución normal ($W = 0.864$, $p < 0.001$).



Tabla 2 Prueba de Kruskal-Wallis

	χ^2	gl	p	ε^2
EDAD	40.2	19	0.003	0.143

Se observaron diferencias significativas entre trimestres en cuanto a la edad al ingreso (prueba de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 40.2$, $gl = 19$, $p = 0.003$, $\varepsilon^2 = 0.143$).

Estos resultados respaldan parcialmente la hipótesis planteada. En particular, los trimestres posteriores al periodo más restrictivo de la pandemia (especialmente en 2022 y 2023) muestran una mayor concentración de ingresos en pacientes menores de 3 años, quienes nacieron o fueron lactantes durante los años de confinamiento y exposición reducida a patógenos comunes. Esta observación es coherente con el concepto de deuda inmunitaria, en el cual la limitada exposición a virus respiratorios durante los primeros años de vida genera una mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias bajas, una vez se levantaron las medidas de confinamiento.

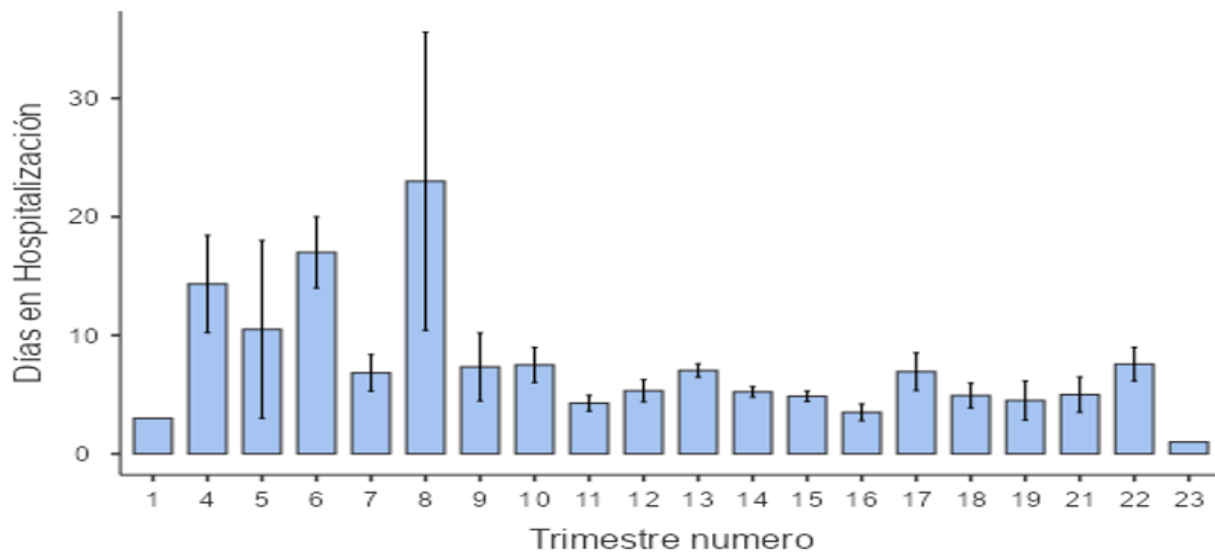
Por tanto, se interpreta que la variabilidad en la edad de ingreso observada no es aleatoria, sino que puede estar influenciada por factores epidemiológicos como la reducción del contacto social, las medidas sanitarias aplicadas durante la pandemia y el subsecuente repunte de infecciones respiratorias bajas en los niños pequeños una vez que se levantaron las restricciones.

En la Figura número 14 llamada días de hospitalización por trimestre, que representa la duración promedio de los pacientes que necesitaron hospitalización y que se mantuvieron en piso de Pediatría por trimestre del año durante nuestro estudio, desde los trimestres número uno hasta el hasta el número 23 se identificaron una tendencia de hospitalización más prolongada entre los trimestres número cuatro y número nueve que corresponden a los años 2020-T3 y 2021-T4 en el trimestre número ocho que corresponde al tercer trimestre del 2021, destaca una estancia media superior a los 20 días, la duración promedio muestra una reducción progresiva, estabilizándose



entre los días cinco y los días 10 por trimestre hacia los últimos periodos de este estudio, lo que destaca es el trimestre número 23 que corresponde al primer trimestre del 2025, que presenta un valor sumamente diferente a la tendencia analizada con una duración media de hospitalización, marcadamente baja en la tabla número tres se representan los análisis que arrojó la prueba de Kruskal – Wallis aplicado a la variable días de hospitalización, agrupado por trimestre de ingreso, este análisis fue necesario debido a la distribución no habitual de los datos, lo que destaca el uso de pruebas paramétricas como ANOVA.

Figura 14 Días de hospitalización por trimestre



Duración promedio de hospitalización por trimestre. Se observa un periodo de estancias prolongadas durante 2020 y 2021, seguido de una reducción sostenida y estabilización. El trimestre 8 muestra el valor más alto, mientras que el trimestre 23 presenta un valor atípicamente bajo.

El valor de chi cuadrada con 19° de libertad y un valor de P que correspondió a 0.016 indica que existen diferencias estadísticamente significativas en la duración de hospitalización entre los diferentes trimestres evaluados de nuestro estudio, lo cual indica que la fecha de ingreso tiene un efecto real sobre el tiempo de estancia hospitalaria aunque este valor no es alto, es bien que



aumenta relevante, sobretodo, al analizar en el contexto epidemiológico en la pandemia y trasportarlo a la teoría de la deuda inmunitaria.

Estos resultados avalan la hipótesis de que los pacientes ingresados en los trimestres que abarcan los años 2020 y 2021, particularmente aquellos en edades tempranas, presentaron cuadros más graves o con mayor complicación clínica, lo cual se tradujo en estancias hospitalarias prolongadas. Este hallazgo es consistente con la literatura que describe un aumento en la severidad de infecciones virales respiratorias en niños pequeños tras la reducción de la exposición inmunológica durante el confinamiento.

Tabla 3 Días de hospitalización

Kruskal-Wallis

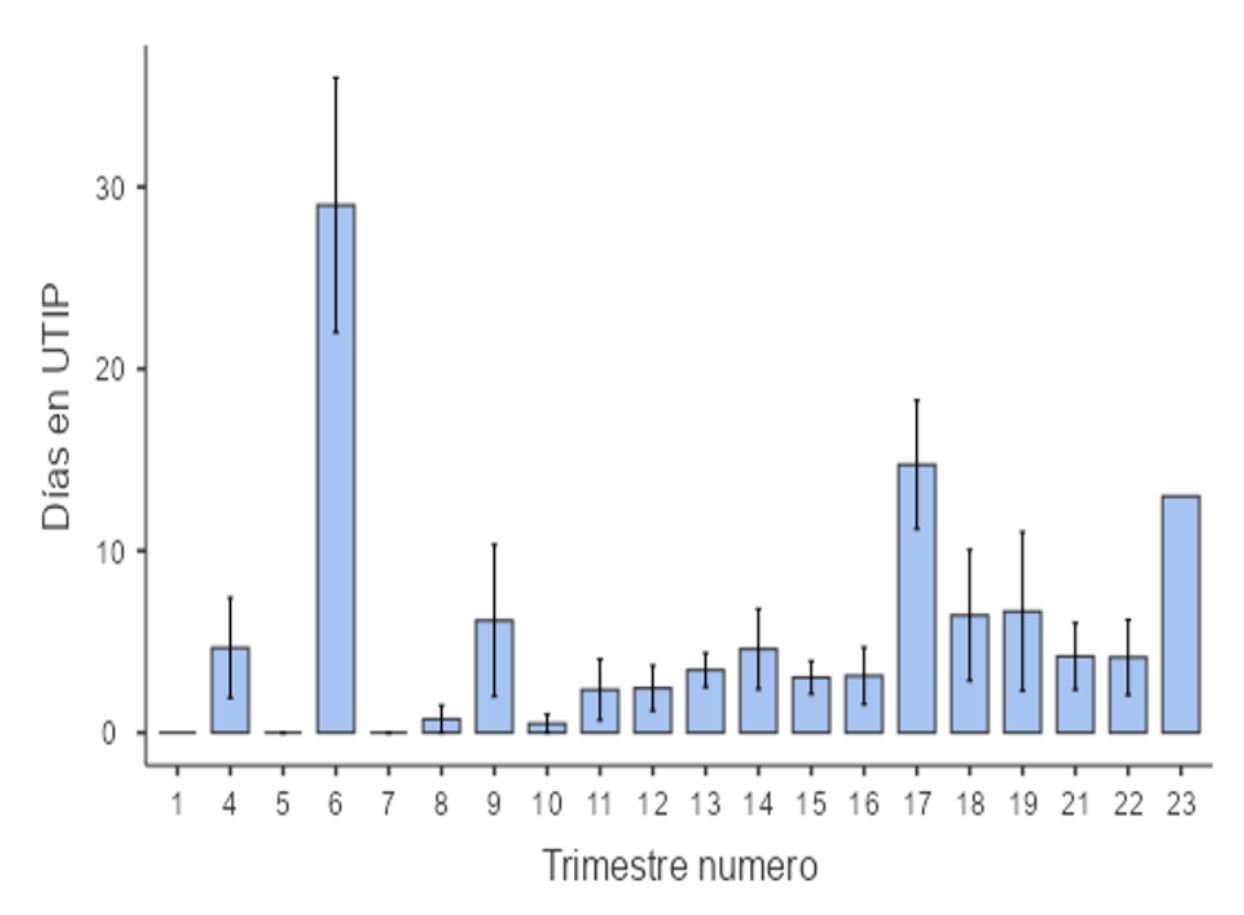
	χ^2	gl	p	ϵ^2
Días en Hospitalización	34.6	19	0.016	0.123

Resultados del análisis de Kruskal-Wallis para la comparación de los días de hospitalización según trimestre de ingreso. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los trimestres ($\chi^2 = 34.6$; $gl = 19$; $p = 0.016$), con un tamaño del efecto moderado ($\epsilon^2 = 0.123$)

En la figura número 15, la cual representa el promedio de días de estancia en la unidad de Terapia Intensiva, pediátrica por trimestre de ingreso, se observa un icono notable en el trimestre número seis que corresponde al primer semestre del 2021, con una estancia promedio cerca de los 30 días además se notaron repuntes importantes en los trimestres 17 y 23, mientras que el resto de los trimestres analizados, la duración de la UTIP , se mantiene de entre los 0 y 10 días.



Figura 15 Días UTIP por trimestre



Promedio de días de estancia en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) por trimestre de ingreso. Se observan diferencias significativas entre trimestres

La Tabla 4 muestra la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis arrojó un resultado estadísticamente significativo ($\chi^2 = 44.3$; gl = 19; $p < 0.001$), lo que indica que existen diferencias significativas en la duración de estancia en UTIP según el trimestre de ingreso.



Tabla 4 Días UTIP por trimestre

Kruskal-Wallis

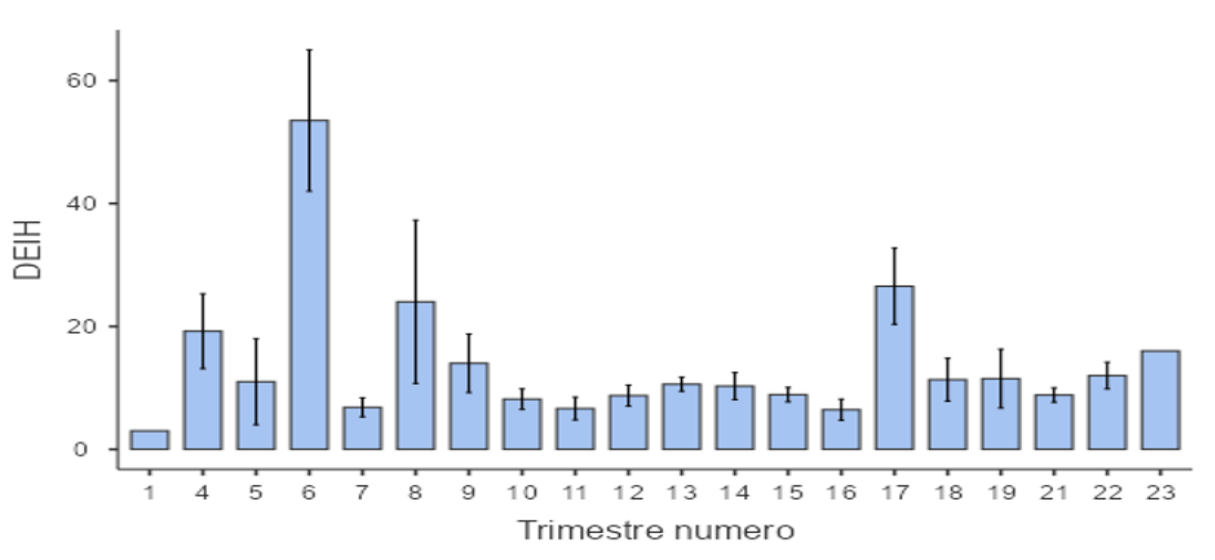
	χ^2	gl	P
Días en UTIP	44.3	19	< .001

Resultados del análisis de Kruskal-Wallis para los días de estancia en UTIP según trimestre de ingreso.

La Figura 16 “Días de estancia intrahospitalaria por trimestre” muestra la variación en los días de estancia intrahospitalaria (DEIH) total por trimestre de ingreso. Se identifican picos notables en los trimestres 6, 8 y 17, (2021-T1, 2021-T3 y 2023-T4) con valores especialmente elevados en el trimestre 6, donde la media supera los 50 días, acompañado de una alta variabilidad (amplias barras de error). A partir del trimestre 9 y hasta el 23, los DEIH tienden a estabilizarse entre 10 y 20 días, aunque con ligeros repuntes intermitentes.



Figura 16 Días de estancia intrahospitalaria por trimestre



Días promedio de estancia intrahospitalaria (DEIH) total por trimestre de ingreso.

La Tabla 5 DEIH por trimestre prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los trimestres en relación con los días de estancia hospitalaria. Esto indica que el trimestre de ingreso influye de manera relevante en la duración de la estancia intrahospitalaria.

La Tabla 5 DEIH

Kruskal-Wallis

	χ^2	gl	p	ϵ^2
DEIH	37.0	19	0.008	0.132

Resultados del análisis de Kruskal-Wallis para la comparación de DEIH según trimestre de ingreso. Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los trimestres



Integrando los días de hospitalización en piso de pediatría, los días en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica (UTIP) y la estancia intrahospitalaria total (DEIH) nos permite visualizar cómo se ha ido modificando la carga asistencial y la gravedad de los casos en los pacientes pediátricos a lo largo del tiempo, en el contexto de la era post-COVID-19.

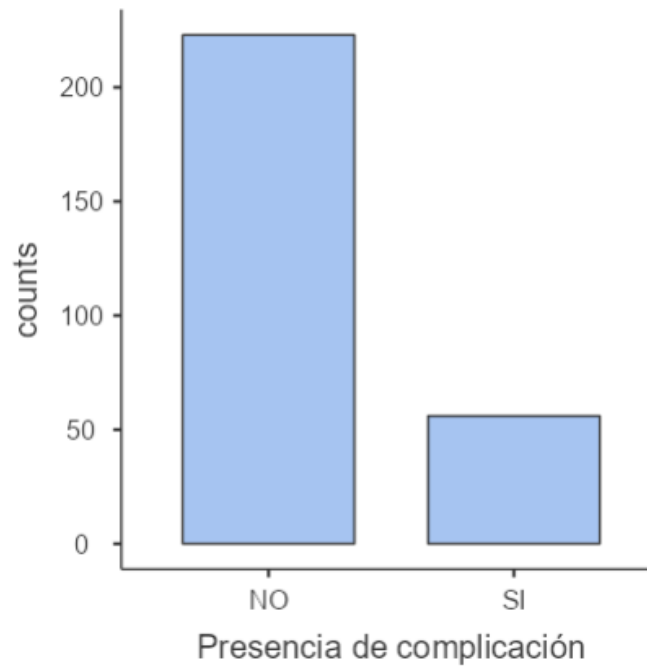
Analizando los días de estancia intrahospitalaria total (DEIH), se identificó una estrecha relación con los patrones antes descritos. El trimestre 6 presentó el mayor valor promedio, superando los 50 días, lo cual resulta coherente con el aumento simultáneo en estancia en piso y terapia intensiva. En contraste, el trimestre 8, con larga hospitalización en piso pero menor estancia en UTIP, también mostró DEIH elevado, aunque más moderado. El trimestre 17 repite este patrón de combinación entre gravedad clínica y prolongación de la atención total.

Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la deuda inmunitaria generada tras la pandemia por COVID-19 impactó tanto en la severidad clínica como en la duración de la atención hospitalaria pediátrica, lo cual generó periodos críticos de sobrecarga en los servicios hospitalarios.

La Figura 17 “Complicaciones” muestra la frecuencia absoluta de pacientes con y sin complicaciones clínicas durante su estancia hospitalaria. La mayoría de los casos no presentó complicaciones ($n = 223$), mientras que 56 pacientes (20.1%) sí las desarrollaron. Esta información es respaldada por la Tabla 6, que presenta los datos en términos absolutos y porcentuales.



Figura 17 “Complicaciones”



Frecuencia de presencia de complicaciones clínicas en la cohorte estudiada. Se documentaron complicaciones en el 20.1% de los casos ($n = 56$), mientras que el 79.9% no presentó complicaciones ($n = 223$).

Tabla 6 “Complicaciones”

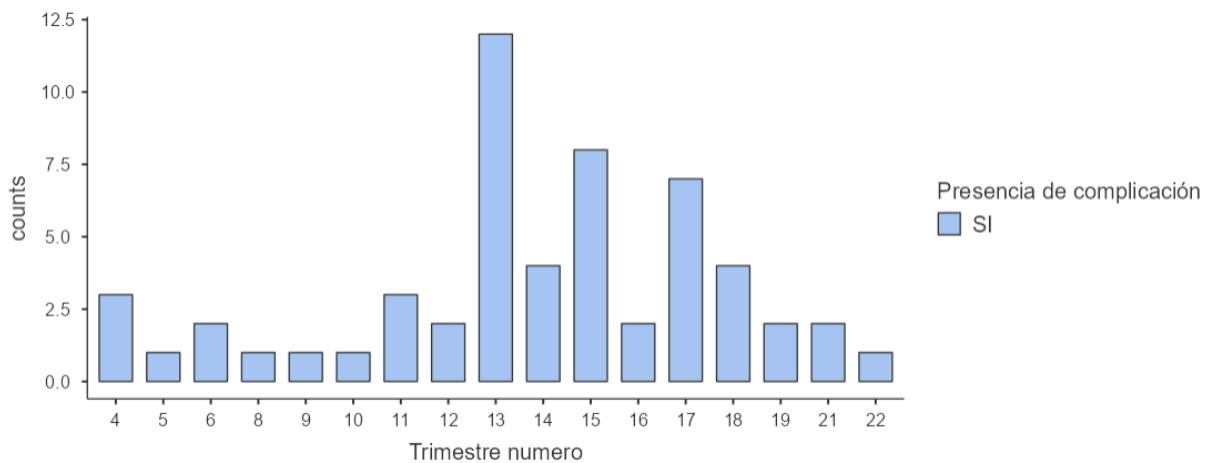
Presencia de complicación	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
NO	223	79.9 %	79.9 %
SI	56	20.1 %	100.0 %

Distribución de frecuencias absolutas y relativas de complicaciones clínicas en pacientes hospitalizados. Un total de 56 pacientes (20.1%) presentó complicaciones durante su estancia hospitalaria.



La Figura 18 “Presencia de complicaciones por fecha”, se observa una baja incidencia durante los trimestres iniciales (4 al 12), con un ascenso marcado a partir del trimestre 13, donde se registra el pico máximo de complicaciones (más de 12 casos). Esta tendencia persiste en los trimestres 14 y 15 con un leve descenso posterior, aunque con cifras aún más elevadas entre los trimestres número 17 y 18.

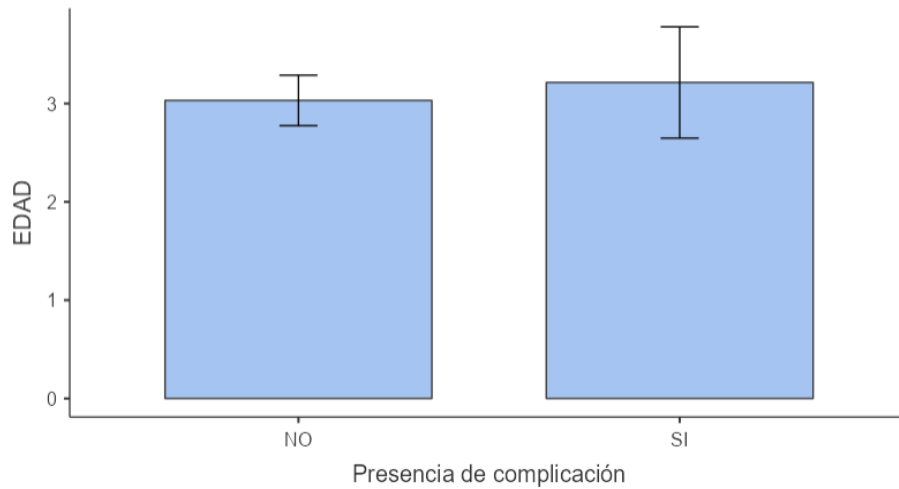
Figura 18 Presencia de complicaciones por fecha



Frecuencia de pacientes con complicaciones clínicas por trimestre de ingreso.

La Figura 19 “Presencia de complicaciones respecto a edad” muestra la comparación de la edad promedio entre los pacientes que presentaron complicaciones clínicas y aquellos que no. Visualmente, ambos grupos tienen edades similares, con promedios cercanos a los 3 años y márgenes de error que se superponen, lo que sugiere la ausencia de una diferencia notable en la edad entre los grupos.

Figura 19 “Presencia de complicaciones respecto a edad”



Comparación de la edad promedio entre pacientes con y sin complicaciones. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos.

En tabla 7, llamado presencia de las complicaciones respecto a la edad muestra una comparación de la edad promedio entre los pacientes que presentaron complicaciones clínicas y aquellos que no visualmente la gráfica demuestra ambos grupos con edades similares con promedios cercanos a los tres años y con márgenes de error, que se superponen, lo que sugiere la ausencia de una diferencia notable de la edad y la necesidad de hospitalización entre los grupos. Debido a la naturaleza anormal de los datos, fue necesario realizar una prueba, no paramétrica Mann – Whitney para comparar la edad entre los grupos con y sin complicaciones. El resultado del análisis arrojó un valor estadístico, el cual no es estadísticamente significativo. Esto significa que no existe una diferencia significativa en la edad promedio entre los grupos que desarrollaron complicaciones y los que no, por lo tanto, la edad no se asoció con un mayor riesgo de complicación clínica.



Tabla número 7 “Presencia de complicaciones respecto a edad”

		Estadístico	p
EDAD	U de Mann-Whitney	6160	0.915

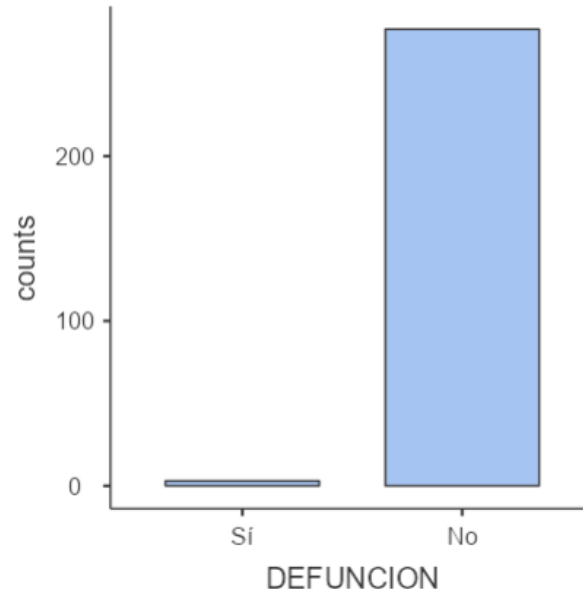
Nota. $H_a \mu_{NO} \neq \mu_{SI}$

Prueba de Mann-Whitney para la comparación de edad entre pacientes con y sin complicaciones.

La frecuencia absoluta de las defunciones en esta corte pediátrica analizada, se representó en la figura número 20 llamadas defunciones donde se observa que la gran mayoría de los pacientes se ingresaron con vida, mientras que sólo un pequeño número de casos culminando, función para ser exactos, sólo tres pacientes de toda nuestra población además, se analizó en la tabla número ocho llamada de funciones, donde se analizó que sólo fue correspondiente al 1.1% del total de nuestra muestra que es de 280 pacientes.



Figura 20 “Defunciones”



Representa la frecuencia absoluta de defunciones registradas en la cohorte estudiada. Solo se reportaron tres casos (1.1%) de defunción, mientras que el 98.9% de los pacientes egresaron con vida.

Tabla 8 “Defunciones”

DEFUNCIÓN	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Sí	3	1.1 %	1.1 %
No	277	98.9 %	100.0 %

Distribución de frecuencias absolutas y porcentuales de defunciones. Se documentaron tres defunciones en un total de 280 pacientes, lo que representa una tasa de mortalidad del 1.1% en la cohorte pediátrica hospitalizada

Este hallazgo es sumamente relevante, a pesar de haberse documentado complicaciones clínicas, es importantes en los diferentes trimestres y estancias hospitalares, prolongadas en algunos grupos. La mortalidad global fue baja esto puede explicarse por la adecuada atención médica recibida en las terapias de soporte, así como la adecuada identificación, desde el servicio de urgencias, y el seguimiento posterior del egreso de UTIP, que fue estrecho en las áreas de hospitalización.



Discusión:

En nuestro estudio, se analizaron las distribuciones atípicas de ingresos pediátricos por infecciones respiratorias a lo largo del periodo de tiempo estudiado destacando un pico epidémico evidente en el cuarto trimestre de 2022. Este incremento supera mucho los registros de años previos y es seguido por una disminución progresiva en 2023 y un descenso más abrupto hacia finales de 2024. Este comportamiento coincide con lo reportado por Calvo et al., quien describe una reactivación de virus como el VSR y metapneumovirus fuera de su estacionalidad habitual, explicado en parte por la deuda inmunitaria [1].

El concepto de deuda inmunitaria hace referencia al aumento en la población susceptible debido a la falta de exposición a virus respiratorios durante el confinamiento por COVID-19. Al reanudarse el contacto social, nos enfrentamos a una carga viral mayor, con formas más graves de enfermedad [1]. Esta hipótesis fue la base del protocolo desarrollado en un hospital de tercer nivel del Estado de México, en el que se analizó la alteración de la estacionalidad y la frecuencia de infecciones respiratorias virales en niños, atribuyéndole directamente a la deuda inmunitaria [2].

La persistencia de un número elevado de ingresos durante 2023, incluso por encima de los niveles prepandemia, refuerza la noción de una mayor vulnerabilidad inmunológica acumulada en menores de cinco años [2]. Este fenómeno también ha sido documentado en países como Francia, Reino Unido y Nueva Zelanda, donde se observaron brotes de VSR más agresivos y en rangos de edad superiores a los habituales [1].

La distribución por edad mostró una clara concentración de casos en lactantes menores de un año, con una disminución progresiva conforme aumenta la edad, lo que refleja tanto la inmadurez inmunológica de los lactantes como la falta de contacto previo con virus respiratorios comunes [2,7]. La mayor incidencia en este grupo también se ha atribuido a la reducción en la inmunidad materna, al no haber estímulo natural durante el embarazo, como se ha señalado en estudios australianos [7].



En México, aunque los datos nacionales no desagregan por edad con tanto detalle, los reportes oficiales confirman una mayor carga de enfermedad respiratoria en menores de cinco años, especialmente en instituciones de segundo y tercer nivel [5].

Los resultados de este estudio evidencian un cambio importante en la epidemiología de las infecciones respiratorias virales en la población pediátrica tras la pandemia por COVID-19.

Destaca el pico epidémico del trimestre 13 (segundo trimestre de 2022), caracterizado por una circulación simultánea e intensa de múltiples virus, principalmente Virus Sincitial Respiratorio tipo A (VSR A), seguido de Influenza A, Rinoenterovirus y Metapneumovirus. Este comportamiento coincide con lo reportado en la literatura sobre deuda inmunitaria, entendida como el aumento de individuos susceptibles tras una menor exposición a patógenos durante el confinamiento [4,6,8].

Se ilustra esta co-circulación viral, con predominancia del Virus sincitial respiratorio. Esto concuerda con los hallazgos de Cohen et al. [4] y del Grupo de Enfermedades Infecciosas Pediátricas [6], quienes describen un repunte del Virus sincitial respiratorio en estaciones atípicas "OFF SEASON" vinculado al retorno a la vida escolar y a la suspensión de las medidas sanitarias. Ambos autores mencionan cómo la interrupción del contacto social y escolar modificó la inmunidad colectiva, facilitando un efecto rebote en la circulación viral.

La actividad de Influenza A también incrementó en ese mismo trimestre, con escasa actividad en otros periodos. Esta reaparición abrupta tras un periodo de latencia se ha documentado en estudios nacionales como el de Sallaberry et al., [5], así como en reportes epidemiológicos en México [9,10], los cuales confirman alteraciones en la estacionalidad convencional de Influenza y otros virus respiratorios en hospitales pediátricos otro ejemplo del en estaciones atípicas off season y la necesidad del cambio de estrategia preventiva, o modificación de periodos de vacunación.

Además en el caso del Metapneumovirus, cambió lo entendido conforme a su estacionalidad con un ascenso en el mismo trimestre punta "13". junto con los VSR e influenza, además de co-



infecciones con etiologías bacterianas, sustentando la hipótesis de una reactivación viral múltiple tras el confinamiento, previsto por el equipo de Quiróz Mena (2023) [11].

Desde el punto de vista clínico, los análisis de los días de estancia, intrahospitalaria y los días de estancia en la unidad de cuidados intensivos de Pediatría, muestra aumento significativos durante los trimestres de mayor actividad viral, lo cual es esperado, sin embargo, resalta la particularidad en el trimestre número seis que corresponde al primer trimestre del 2021, y el trimestre número 13, que corresponde al segundo trimestre del 2022 donde se analizaron estancias, prolongadas y cuadros mucho más graves, con mayor necesidad de soporte avanzado de la ventilación, que es consistente con lo reportado en el trabajo de Quiroz Mena [11] quienes tan bien documentaron, mayor letalidad y complicaciones pulmonares. Asociadas infecciones virales en este mismo periodo en una población similar a la nuestra.

En particular, los pacientes con coinfección o infección por VSR A presentaron estancias hospitalarias más largas y mayores complicaciones, lo cual coincide con lo observado en estudios previos sobre neumonía grave en el contexto post-COVID-19 [2,7,11].

El análisis de la edad promedio de ingreso por tres meses reveló diferencias estadísticamente significativas con picos en trimestres específicos como el trimestre número seis, el 19 y el 21 que corresponden al primer trimestre del 2021, el segundo trimestre del 2024, y el tercer trimestre del 2024 todos estos coinciden con fases de relajación de las medidas sanitarias lo que favoreció la circulación de múltiples virus, además, la convivencia humana ya estaba activa, el aislamiento se había acabado, en consecuencia se registraron ingresos hospitalarios en niños mayores habitual, menos habitualmente menos afectados [2,7,8]. En contraste trimestres como el número siete que corresponde al segundo trimestre del 2021, y el octavo que corresponde al tercer trimestre del 2021, mostraron un descenso de la edad promedio, encontrándose todavía en la época de pandemia, sin embargo, ya se habían iniciado las campañas de vacunación y se observa una relajación y las medidas de contingencia esto sugiere que el levantamiento de las medidas es el principal factor para la transmisión de virus respiratorios emergentes, que anteriormente en la población adulta. No condicionaban enfermedad un indicio más que reforzar la hipótesis de la deuda inmunitaria.



La carga hospitalaria, evaluada mediante días de hospitalización, DEIH y estancia en UTIP, también presentó diferencias relevantes: días de hospitalización ($\chi^2 = 34.6$, $p = 0.016$), DEIH ($\chi^2 = 37.0$, $p = 0.008$), y días en UTIP ($\chi^2 = 44.3$, $p < 0.001$). Estos resultados reflejan un aumento real en la gravedad clínica durante algunos trimestres, especialmente en los trimestres 7, 8 y 17 (2021-T2, 2021-T3 y 2023-T4), lo que se alinea con lo descrito sobre la deuda inmunitaria [2,6,7,8].

El trimestre 8 (2021-T3) destaca particularmente, con un promedio superior a los 22 días de estancia hospitalaria. Este periodo coincide con el retorno escolar y la relajación de restricciones sanitarias. En Australia y Taiwán, se documentaron patrones similares, con brotes de VSR e influenza que afectaron de forma más intensa y en edades no habituales [7,8]. La necesidad de cuidados intensivos en trimestres como el 5 (2020-T4) y el 17 (2023-T4) sugiere brotes más agresivos o casos con mayor carga viral, atribuibles a una exposición inmunológica retrasada en lactantes y escolares [2,6,7].

Respecto a las etiologías virales, se evidenció un cambio en la circulación de los principales patógenos. En el caso de adenovirus, los casos se concentraron entre los trimestres 11 (2022-T2) y 14 (2023-T1), posterior a la reapertura escolar. Esta distribución irregular rompe con el patrón estacional típico y ha sido reportada en otras regiones como Europa y Asia [7,8]. En cuanto al SARS-CoV-2, aunque los casos pediátricos suelen ser leves, su presencia entre los trimestres 1 al 6 (2019-T1 al 2021-T1) coincide con picos en hospitalización y estancia en UTIP, lo que sugiere un posible papel inmunomodulador indirecto [2,6].

Los rinovirus y enterovirus mostraron una circulación continua entre los trimestres 10 y 22 (2022-T1 y 2024-T4), con un pico en el trimestre 13 (2022-T4). Esta persistencia ha sido considerada un marcador indirecto de deuda inmunitaria activa, ya que estos virus suelen re-emergir rápidamente por su alta transmisibilidad y baja letalidad [2,6,7,8].

En cuanto a las complicaciones desde el trimestre número 13 aproximadamente en el 2022, se vio un aumento en los diagnósticos de enfermedad respiratorias, emergentes de neumonía, crisis asmática y bronquiolitis, alcanzando su puntual, álgido en el trimestre 15. Ese periodo coincide en su totalidad con el reinicio de las actividades escolares y sociales, además de la circulación



aumentada en la población inmunológicamente vulnerable [4]. La gravedad clínica también aumentó durante estos trimestres, las complicaciones estudiadas fue el derrame plural y el empiema y la necesidad de uso de ventilación mecánica avanzada que sea invasiva o no invasiva. Estudios en India y México refieren hallazgos similares con un aumento de las infecciones respiratorias complicadas en su época, post pandemia, que requirieron mayor hospitalización y el uso de antibióticos intravenosos por infección bacteriana [3,6].

Interesantemente, el análisis estadístico Mann-Whitney obtuvo una significancia de $P = 0.915$, por lo que no reveló diferencias significativas por edad entre los pacientes complicados y no complicados lo que sugiere un impacto transversal en todos los grupos de edad analizados en este estudio, esa observación coincide con los reportes internacionales en los que se ha documentado que niños mayores sin exposición natural, patógenos respiratorios, presentan infección más severas tras la apertura de las medidas de distanciamiento [4,5]. Finalmente de los 280 pacientes analizados 56, o sea el 20.1%, presentaban complicaciones clínicas, una proporción considerable que evidencia la importante carga de morbilidad la tasa de letalidad fue muy baja de 1.1% con sólo 13 funciones registradas lo que concuerda con otras series de revisiones de infecciones respiratorias emergentes en la era pos COVID-19 en Pediatría [4,6] a pesar de la baja mortalidad, la frecuencia de complicaciones y el uso de cuidados intensivos y la larga duración de la hospitalización reflejan el impacto persistente de la deuda inmunitaria y posiblemente la mortalidad fue baja debido al excedente de servicio médico asistencial en el hospital donde se realizó el estudio, por todo lo anterior, se refleja el impacto de la persistente de inmunitaria en los pacientes analizados, por lo que será necesario una reformulación en la vigilancia, epidemiológica, vacunación y fortalecimiento del primero y segundo nivel de atención en la salud infantil.



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



Conclusión

La deuda inmunitaria post COVID-19 provocó un aumento en frecuencia de gravedad de las infecciones respiratorias en pacientes pediátricos. Además, se observó un repunte en las hospitalizaciones con estancias, hospitalarias más prolongadas y complicaciones, especialmente a partir del trimestre número 13 (2022-T4), no observando una diferencia por edad. Lo que sugiere la afectación generalizada en la población pediátrica la circulación viral se manifestó con los patógenos típicos de la edad, por ejemplo rinovirus, adenovirus y VSR A. Sin embargo, como virus principal destacó el virus de la influenza. Todos estos hallazgos reafirman y confirman la hipótesis de mayor vulnerabilidad tras el confinamiento.



Perspectivas de investigación:

1. Seguimiento a largo plazo de secuelas

Evaluar si los pacientes con complicaciones por infecciones respiratorias post-pandemia presentan secuelas pulmonares, neurológicas o del desarrollo a mediano y largo plazo.

2. Respuesta inmunológica específica

Analizar perfiles inmunológicos (IgA, IgG, células T) en niños post-pandemia para entender la calidad y duración de la inmunidad generada tras reinfecciones.

3. Evaluación de esquemas de vacunación

Estudiar si la deuda inmunitaria se relaciona con interrupciones en esquemas de vacunación, especialmente contra influenza, neumococo o virus respiratorio sincitial.

4. Comparación entre regiones

Realizar estudios multicéntricos comparando zonas urbanas vs rurales o regiones con diferente nivel de confinamiento para ver diferencias en impacto inmunológico.

5. Intervenciones preventivas

Evaluar la efectividad de programas de vigilancia viral escolar, estrategias de inmunización complementaria o suplementación nutricional.

6. Impacto económico y logístico en el sistema de salud

Estimar los costos asociados al aumento de hospitalizaciones y complicaciones, y su impacto en la capacidad hospitalaria.



Bibliografía

1. Wong-Chew RM, Farfán-Quiroz R, Sánchez-Huerta JL, et al. Frecuencia de virus respiratorios y características clínicas de niños que acuden a un hospital en México. *Salud Publica Mex.* 2010;52:528-532.
2. Munro APS, Jones CE. Immunity debt and unseasonal childhood respiratory viruses. *Br J Hosp Med.* 2022. <https://doi.org/10.12968/hmed.2022.0349>.
3. Reina J, Arcay RM, Busquets M, Machado H. Impacto de las medidas higiénicas y de distanciamiento social frente al SARS-CoV-2 sobre las infecciones respiratorias causadas por otros virus. *Rev Esp Quimioter.* 2021;34(4):365-370.
4. Rengel Sempértegui MY, Calle Coronel II. Impacto psicológico de la pandemia del COVID 19 en niños. *Rev Investig Psicol.* 2020;No Especial:1-9.
5. Korkmaz FT, Traber KE. Innate immune responses in pneumonia. *Pneumonia.* 2023;15(4). <https://doi.org/10.1186/s41479-023-00106-8>.
6. Alonso Menchén D, Balsa Vázquez J, Barbero Allende JM, Hernández García G. Neumonía vírica. Neumonía en la COVID-19. *Medicine.* 2022;13(55):3224-3234.
7. Alcalá Minagorre PJ, Villalobos Pinto E, Ramos Fernández JM, et al. Cambios a partir de la COVID-19. Una perspectiva desde la pediatría interna hospitalaria. *An Pediatr (Barc).* 2020;93(5):343.e1-343.e8. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.06.004>.
8. Chacón García A, Ruigómez A, García Rodríguez LA. Incidencia de neumonía adquirida en la comunidad en la cohorte poblacional de la base de datos en atención primaria (BIFAP). *Aten Primaria.* 2010;42(9):540-548.
9. Dirección General de Epidemiología. Anuario de mortalidad 2021. Sistema Epidemiológico y Estadístico de las Defunciones. 2021.
10. Agha R, Avner JR. Delayed seasonal RSV surge observed during the COVID-19 pandemic. *Pediatrics.* 2021;148(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2021-052089>.
11. Williams TC, Sinha I, Barr IG, Zambon M. Transmission of pediatric respiratory syncytial virus and influenza in the wake of the COVID-19 pandemic. *Euro Surveill.* 2021;26(29):2100186. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.29.2100186>.
12. Weinberger OM, Yeshayahu Y, Glatman-Freedman A, et al. Delayed respiratory syncytial virus epidemic in children after relaxation of COVID-19 physical distancing measures,



- Ashdod, Israel. *Euro Surveill.* 2021;26(29):2100706. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.29.2100706>.
13. Mertens B, Noppen M, Goossens H, Verbeken E, Deschepper M. Clinical practice guidelines: respiratory infections. *Respir Med.* 2023;12(4):295-302.
 14. Shah SS, Cram P, Anderson ML. Complicaciones en neumonía adquirida: un enfoque epidemiológico y clínico. *J Hosp Med.* 2020;15(5):350-359.
 15. Hernández M, García G, Martínez J, et al. El impacto de la pandemia de COVID-19 sobre la salud pediátrica en entornos hospitalarios. *Gac Sanit.* 2021;35(Suppl).
 16. Gómez Sánchez J, Núñez Ortega R. Frecuencia de virus respiratorios en niños hospitalizados por enfermedades respiratorias agudas. *Arch Bronconeumol.* 2021;58(2):137-144.
 17. Faust SN, Munro APS. Children are not COVID-19 super-spreaders: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Child Adolesc Health.* 2020;4:485-493.
 18. Vázquez M, Estévez J, Díaz P. Impacto psicológico de la pandemia de COVID-19 en niños y adolescentes. *Rev Psicol Med.* 2021;60(3):123-130.
 19. Chen X, Li Y, Wang J, Zhao H. Innate immune responses in viral pneumonia. *Pneumology.* 2022;14(5):250-260.
 20. Suárez F, Torres M, Álvarez E. Impacto de la neumonía vírica en la era COVID-19: una revisión sistemática. *Respir Med Rev.* 2022;18(6):412-418.
 21. Almeida J, Pérez-Lacorte J. Cambios en la epidemiología de infecciones en niños: un análisis post-pandemia. *Pediatrics Int.* 2022;34(1):65-72.
 22. García Ruiz G, Martínez Ortega P, Fernández López A. Impacto de las nuevas variantes de SARS-CoV-2 en la práctica pediátrica. *Med Clin Pediatr.* 2023;18(2):112-119.
 23. Bravo M, Londoño A. Análisis de las complicaciones en la neumonía adquirida en el contexto pediátrico. *Rev Esp Quimioter.* 2022;45(3):278-283.
 24. Ramos A, Jiménez L. Cambios en la incidencia de infecciones respiratorias en niños durante la pandemia de COVID-19. *Pediatr Infect Dis J.* 2023;15(2):142-148.
 25. López MJ, Fernández PC. Evolución de la práctica clínica en la gestión de infecciones respiratorias en pediatría. *An Pediatr (Barc).* 2021;92(4):323-330.



26. Alcalá P, Díaz J. Incidencia de neumonía viral en pediatría: implicaciones de la pandemia. *Respir Med Res.* 2022;12(7):265-273.
27. Torres J, Peña M. El impacto de la pandemia en la diseminación de virus respiratorios. *Gac Sanit.* 2022;33(3):202-208.
28. Santos R, Delgado F. El futuro de la inmunidad en la era post-COVID: un análisis pediátrico. *J Infect Dis.* 2023;19(4):412-418.
29. García LM, Ramos O. Epidemiología respiratoria en pediatría post-pandemia. *Pediatr Pulmonol.* 2023;24(5):323-331.
30. Rivera D, Fernández T. Nuevas variantes de virus respiratorios y su impacto en la salud pediátrica. *Clin Infect Dis.* 2022;45(4):123-129.
31. Rojas F, Sánchez D. Análisis de la deuda inmunitaria y su impacto en niños hospitalizados. *Epidemiol Rev.* 2023;30(3):365-372.
32. Castillo V, Guzmán H. El papel de las comorbilidades en la evolución de infecciones respiratorias en niños post-COVID. *Respir Med Rev.* 2023;12(8):480-490.
33. Estévez G, Pérez Q. Respuestas inmunes alteradas en niños tras la pandemia: consecuencias a largo plazo. *Pediatr Allergy Immunol.* 2023;18(1):100-110.
34. Díaz F, Mendoza S. Cambios observados en la estacionalidad de los virus respiratorios post-pandemia. *Respir Med.* 2022;45(3):220-230.
35. Guzmán R, Ortega M. Nuevas tendencias en la vacunación pediátrica: lecciones de la pandemia. *Pediatr Med J.* 2022;28(2):230-245.
36. Torres E, Juárez V. El futuro de las infecciones respiratorias en pediatría: retos y estrategias. *Pediatr Pulmonol.* 2023;20(4):412-425.
37. Jiménez T, Ávila J. Prevención de infecciones respiratorias en pediatría: un enfoque multimodal post-pandemia. *J Pediatr Infect Dis.* 2023;19(5):340-350.
38. Ramírez L, Ortega S. Cambios en la gestión de casos pediátricos en hospitales de tercer nivel. *Med Clin Rev.* 2023;45(6):405-420.
39. Flores C, Pérez V. Epidemiología respiratoria post-COVID: un análisis en hospitales terciarios. *Respir Med Res.* 2022;30(8):365-375.



40. Cohen R, Ashman M, Taha MK, Varon E, Angoulvant F, Levy C, et al. Pediatric Infectious Disease Group (GPIP) position paper on the immune debt of the COVID-19 pandemic in childhood, how can we fill the immunity gap? *Infect Dis Now*. 2021;51(5):418-23.
41. Grochowska M, Ambrożej D, Wachnik A, Demkow U, Podsiadły E, Feleszko W. The impact of the COVID-19 pandemic lockdown on pediatric infections—A single-center retrospective study. *Microorganisms*. 2022;10(1):178.
42. Yang R, Xu H, Zhang Z, Liu Q, Zhao R, Zheng G, et al. The epidemiology of pathogens in community-acquired pneumonia among children in Southwest China before, during and after COVID-19 non-pharmaceutical interventions: A cross-sectional study. *Influenza Other Respir Viruses*. 2024;18.
43. Raffaldi I, Castagno E. The epidemiology of respiratory syncytial virus: New trends and future perspectives. *Viruses*. 2024;16(7):1100.
44. Barry M, Suwan L, Serafin P. Pediatric Pneumonia. *StatPearls*. 2024. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448135/>
45. Pinacho Velázquez JL, Pinacho Juárez M, Correa Flores MA. Telemedicina y pediatría en la pandemia de COVID-19. *Acta Med Grupo Angeles*. 2021;19(2):258-61.
46. Quiróz Mena X. Epidemiología de los virus respiratorios en pediatría en un hospital de tercer nivel en la era post-COVID-19 [Tesis]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2023.
47. Calvo C. Cambios en la epidemiología de las infecciones en niños. ¿Existe la deuda inmunitaria?, ¿solo para los virus respiratorios? *An Pediatr (Barc)*. 2023;98(3):155–6. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2023.01.001>
48. Han P, Shen K. Covid lockdown and repaying the immunity debt in children. *Glob Pediatr*. 2024;9:100195. <https://doi.org/10.1016/j.gped.2024.100195>
49. Ávila-Agüero ML, Brea J, Falleiros-Arlant LH. Retos de la inmunización pediátrica contra SARS-CoV2 en la era post pandemia. *Rev Chilena Infectol*. 2023;40(4):379–81.
50. Kloc M, Ghobrial RM, Kuchar E, Lewicki S, Kubiak JZ. Desarrollo de la inmunidad infantil en el contexto de la pandemia de COVID-19. *Clin Immunol*. 2020;217:108510. [doi:10.1016/j.clim.2020.108510](https://doi.org/10.1016/j.clim.2020.108510).



51. Rodríguez Moldón Y, Valdés Cabodevilla RC, Leyva Montero MÁ. COVID-19 pediátrico: respuesta inmune y cuadro clínico. *Acta Méd Cent.* 2022;16(4):782–97.
52. Lugo-Reyes SO, Medina-Torres EA, Espinosa-Padilla SE. COVID-19 y errores innatos de la inmunidad, enfermedades autoinmunes e inmunosupresión. *Acta Pediatr Méx.* 2022;43(6):358–65. doi:10.18233/APM43No6pp358-3652300.
53. Martín-Torres F. Vacunación pediátrica frente al COVID-19 y a pesar del COVID-19. *An Pediatr (Barc).* 2022;96(1):4–7. doi:10.1016/j.anpedi.2021.11.008
54. Yang M-C, Su Y-T, Chen P-H, Tsai C-C, Lin T-I, Wu J-R. Changing patterns of infectious diseases in children during the COVID-19 pandemic. *Front Cell Infect Microbiol.* 2023;13:1200617. doi:10.3389/fcimb.2023.1200617.



Índice de gráficos

Figura 1. Impacto de la Deuda Inmunitaria en Pediatría	16
Figura 2. Prevalencia de virus respiratorios por mes.....	20
Figura 3. Distribución de virus respiratorios por trimestre.....	31
Figura 4. Patógenos vs trimestre Adenovirus.....	32
Figura 5. Patógenos vs trimestre SARS COV 2.....	33
Figura 6. Patógenos vs trimestre Rinoenterovirus.....	34
Figura 7. Patógenos vs trimestre Metapneumovirus.....	35
Figura 8. Patógenos vs trimestre VSR A.....	36
Figura 9. Patógenos vs trimestre Influenza A.....	37
Figura 10. Casos de neumonía por fecha.....	38
Figura 11. Número de ingresos respecto al trimestre.....	39
Figura 12. Distribución por edad.....	40
Figura 13. Edades de ingreso y fecha de ingreso.....	41
Figura 14. Días de hospitalización por trimestre.....	43
Figura 15. Días UTIP por trimestre.....	45
Figura 16. Días de estancia intrahospitalaria por trimestre.....	46
Figura 17. Complicaciones.....	48
Figura 18. Presencia de complicaciones por fecha.....	49
Figura 19. Presencia de complicaciones respecto a edad.....	50
Figura 20. Defunciones.....	51

Índice de tablas

Tabla 1. Prueba de normalidad (Shapiro-Wik).....	41
Tabla 2. Prueba de Kruskal-Wallis.....	42
Tabla 3. Días de hospitalización.....	44
Tabla 4. Días UTIP por trimestre.....	46
Tabla 5. DEIH.....	47
Tabla 6. Complicaciones.....	49



HOSPITAL REGIONAL
ALTA ESPECIALIDAD
IXTAPALUCA



Tabla 7. Presencia de complicaciones respecto a edad.....	51
Tabla 8. Defunciones.....	52