



**Factores pronósticos asociados a la
necesidad de cirugía de tórax en niños con
neumonía bacteriana adquirida en la
comunidad en HOMI**

Laura Ximena Rodríguez Romero

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía

Bogotá D.C., Colombia

2026

Factores pronósticos asociados a la necesidad de cirugía de tórax en niños con neumonía bacteriana adquirida en la comunidad en HOMI

Laura Ximena Rodríguez Romero

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Cirugía Pediátrica

Director:

Juan Javier Valero Halaby MD

Asesora metodológica:

María Teresa Vallejo Ortega MD, MSc

Línea de Investigación:

Ciencias médicas y de la salud

Grupo de Investigación:

Unidad de Cirugía Pediátrica de la Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía, Unidad de Cirugía Pediátrica

Bogotá D.C., Colombia

2026

Dedicatoria

A mis padres Nelson y María Nela por traerme hasta acá

A mi hermana Jessica y mi cuñado Santiago por su apoyo

A mi Juan por su amor y sentido del humor

A mis amigas por sostenerme

A mis profesores por su sabiduría

Agradecimientos

Al profesor Juan Valero por su dedicación a la investigación y paciencia

A María Teresa por su inteligencia

A los estudiantes del semillero Sandra y Sebastián por su ayuda en este trabajo

Al doctor Germán Camacho y la doctora Milena Villamil por sus aportes y comentarios

A la Fundación HOMI por ser el centro de alta complejidad que me formó

Resumen

Factores pronósticos asociados a la necesidad de cirugía de tórax en niños con neumonía bacteriana adquirida en la comunidad en HOMI

Introducción: La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) es una causa importante de morbilidad pediátrica. Aunque la mayoría resuelve con tratamiento médico, un subgrupo desarrolla complicaciones que requieren intervención quirúrgica. Identificar precozmente los factores de riesgo para cirugía es crucial para optimizar el pronóstico.

Objetivo: Identificar los factores clínicos, paraclínicos y microbiológicos asociados al requerimiento de tratamiento quirúrgico en pacientes pediátricos hospitalizados por NAC.

Métodos: Estudio observacional analítico de tipo cohorte en pacientes pediátricos con hospitalizados con diagnóstico de NAC entre 2022-2024 en HOMI (Bogotá, Colombia). Se analizaron variables demográficas, antecedentes, marcadores de laboratorio, hallazgos ecográficos y aislamientos microbiológicos y mediante un modelo de regresión logística se analizaron posibles factores de riesgo del desenlace quirúrgico.

Resultados: Se incluyeron 1129 pacientes, de los cuales 9.5% requirieron cirugía. Se identificaron factores con una asociación crítica para el requerimiento de cirugía. El predictor etiológico más potente fue la infección por *S. aureus* meticilino-resistente (SAMR) (OR 267.28. Entre los marcadores paraclínicos y clínicos, destacaron la hipoalbuminemia (OR 26.30), la fiebre persistente 48 horas después del inicio del antibiótico (OR: 13.04) y el dolor torácico (OR: 5.08). Por el contrario, la infección bacteriana aislada (sin coinfección ni multiresistencia) se comportó como un factor protector (OR: 0.001). La vacunación neumocócica (2 dosis o más) mostró una tendencia protectora (OR: 0.01).

Conclusiones: La hipoalbuminemia severa y la identificación de *S. aureus* son predictores críticos de falla al tratamiento médico. El aislamiento bacteriano temprano sin multiresistencia reduce el riesgo de cirugía, así como la vacunación contra neumococo.

Palabras clave: Neumonía complicada, Empiema pleural, cirugía torácica

Abstract

Prognostic factors associated with the need for thoracic surgery in children with community-acquired bacterial pneumonia at HOMI.

Introduction: Community-acquired pneumonia (CAP) is a major cause of pediatric morbidity. Although most cases resolve with medical management, a subgroup develops complications requiring surgical intervention. Early identification of risk factors for surgery is crucial to optimizing patient outcomes.

Objective: To identify the clinical, paraclinical, and microbiological factors associated with the requirement for surgical treatment in pediatric patients hospitalized for CAP.

Methods: An observational analytical cohort study was conducted in pediatric patients hospitalized with a diagnosis of CAP between 2022 and 2024 at HOMI (Bogotá, Colombia). Demographic variables, medical history, laboratory markers, ultrasound findings, and microbiological isolates were analyzed. Potential risk factors for surgical outcomes were evaluated using a logistic regression model.

Results: A total of 1,129 patients were included, of whom 9.5% required surgery. Several factors were identified with a critical association with the need for surgery. The most potent etiological predictor was methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) (OR 267.28). Among paraclinical and clinical markers, the most significant were hypoalbuminemia (OR 26.30), persistent fever 48 hours after initiating antibiotics (OR 13.04), and chest pain (OR 5.08). Conversely, isolated bacterial infection (without coinfection or multidrug resistance) acted as a protective factor (OR 0.001). Pneumococcal vaccination (2 or more doses) showed a protective trend (OR 0.01).

Conclusions: Severe hypoalbuminemia and the identification of *S. aureus* are critical predictors of medical treatment failure. Early bacterial isolation without multidrug resistance, as well as pneumococcal vaccination, significantly reduce the risk of surgical intervention.

Keywords: Complicated Pneumonia, Pleural empyema, Thoracic surgery

Contenido

	Pág
Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Resumen	6
Abstract	7
Contenido	8
Lista de figuras	10
Lista de tablas	11
Introducción	12
1. Marco teórico	13
1.1 Introducción y Epidemiología	13
1.2 Diagnóstico y Etiología	13
1.3 Manejo medico	15
1.4 Neumonía complicada y factores posiblemente asociados a cirugía	16
1.5 Complicaciones Quirúrgicas de la Neumonía	17
1.5.1 Derrame Pleural Paraneumónico y empiema	17
1.5.2 Absceso Pulmonar	19
1.5.3 Neumonía necrosante (NN)	20
1.6 Desenlaces y seguimiento	21
2. Metodología	22
2.1 Pregunta de investigación	22
2.2 Tipo de estudio	22
2.3 Objetivos	22
2.3.1 Objetivo general	22
2.3.2 Objetivos específicos	22
2.4 Población	22
2.5 Criterios de inclusión y exclusión	22
2.5.1 Inclusión	22
2.5.2 Exclusión	23
2.6 Selección de la muestra	23
2.7 Procedimientos para recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de calidad de los datos	23
2.7.1 Identificación de la población:	23
2.7.2 Evaluación de criterios de elegibilidad y selección de la población de estudio.	24

2.7.3 Digitación la información	24
2.7.4 Verificación de la calidad de la información	25
2.8 Desenlaces	33
2.9 Procesamiento y análisis de datos	33
2.10 Consideraciones éticas	34
3. Resultados	34
3.1 Análisis descriptivo	35
3.1.1 Variables demográficas	35
3.1.2 Antecedentes y estado vacunal	36
3.1.3 Variables clínicas	37
3.1.4 Variables microbiológicas	40
3.1.5 Variables operatorias	44
3.2 Análisis univariado y multivariado	47
4. Discusión	50
5. Conclusiones	57
Bibliografía	58

Lista de figuras

Figura 3-1 Algoritmo de selección	35
Figura 3-2: Algoritmo pacientes operados	47

Lista de tablas

Tabla 2-1: Tabla de variables	26
Tabla 3-2: Características demográficas	36
Tabla 3-3: Inmunización	37
Tabla 3-4: Variables clínicas	38
Tabla 3-5: Severidad	39
Tabla 3-6: Letalidad	40
Tabla 3-7: Aislamiento casos probables	41
Tabla 3-8: Aislamiento casos confirmados	42
Tabla 3-9: Serotipos neumococo	43
Tabla 3-10: Sensibilidad antibiótico	43
Tabla 3-11: Antibióticos	44
Tabla 3-12: Variables operatorias	45
Tabla 3-13: Análisis univariado	47
Tabla 3-14: Análisis multivariado	50

Introducción

La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) persiste como una de las principales causas de morbimortalidad en la población pediátrica a nivel mundial, representando aproximadamente el 15% de las defunciones en menores de cinco años (1).

Aunque la instauración de esquemas de vacunación conjugada contra *Streptococcus pneumoniae* ha modificado la epidemiología de la enfermedad, se ha observado un incremento paradójico en la incidencia de complicaciones supurativas y paraneumónicas en la última década (2,3).

En el contexto clínico, la mayoría de los casos de NAC presentan una resolución favorable con antibioticoterapia empírica. Sin embargo, entre el 0.6% y el 2% de los pacientes desarrollan derrames para neumónicos complicados o empiema, y hasta un 20% pueden evolucionar hacia formas necróticas(4). Estas complicaciones incrementan significativamente la estancia hospitalaria, la necesidad de soporte en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y, fundamentalmente, el requerimiento de intervenciones quirúrgicas como el drenaje por toracostomía cerrada, la cirugía torácica video asistida (VATS) (5,6)

Se han identificado múltiples factores asociados con progresión o complicación de la NAC. Varios autores han descrito variables clínicas y paraclínicas relacionadas con la neumonía complicada como los antecedentes de enfermedades respiratorias, fiebre de varios días de evolución, uso de acetaminofén y antibióticos, anemia, elevación de reactantes de fase aguda, trombocitopenia, codetección bacteriana y viral, entre otros (7–10) Aunque existe evidencia sobre factores asociados a severidad y mortalidad, es menor la información enfocada específicamente en identificar predictores de necesidad de intervención quirúrgica como desenlace principal. La identificación temprana de estos factores permitiría optimizar la estratificación del riesgo, orientar decisiones terapéuticas oportunas y posiblemente disminuir la progresión hacia complicaciones mayores.

El presente estudio busca identificar los predictores clínicos, paraclínicos y microbiológicos que determinan la necesidad de cirugía en niños con NAC, con el fin de mitigar las secuelas funcionales a largo plazo y optimizar el uso de recursos hospitalarios en una institución de alta complejidad y centro centinela para vigilancia de neumonía para la OMS.

1. Marco teórico

1.1 Introducción y Epidemiología

La Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC) es una infección aguda del parénquima pulmonar que se manifiesta fuera del entorno hospitalario o se diagnostica en las primeras 48 horas de ingreso (1,11). Su diagnóstico se sustenta en la combinación de síntomas respiratorios y hallazgos radiológicos consistentes con un proceso inflamatorio pulmonar. A nivel global, la NAC constituye una de las principales causas de morbilidad y la primera de mortalidad en la población pediátrica, siendo responsable de aproximadamente el 20% de las muertes en niños menores de 5 años (1). En Colombia se estima que hay 120.000 casos cada año en menores de 5 años, mientras que la incidencia en Latinoamérica es de 0.21-1.17 episodios/año en estos niños (12).

1.2 Diagnóstico y Etiología

El cuadro clínico clásico de la NAC inicia con fiebre y síntomas respiratorios como tos y dificultad respiratoria. El signo de mayor valor predictivo en el examen físico es la taquipnea, aunque otros hallazgos como estertores crepitantes, reducción del murmullo vesicular o respiración bronquial también son relevantes (13). No existen escalas de severidad validadas en población pediátrica. Los criterios de hospitalización más aceptados incluyen neumonías moderadas a severas, definidas por la presencia de dificultad respiratoria e hipoxemia (saturación de oxígeno periférica < 90% a nivel del mar), lactantes menores de 3 a 6 meses y la sospecha de patógenos de alta virulencia como *Staphylococcus aureus* meticilino resistente (SAMR) (14)

Las pruebas de laboratorio, como el hemograma, los reactantes de fase aguda (proteína C reactiva, velocidad de sedimentación globular) y los paneles virales, están indicadas en pacientes hospitalizados. El rendimiento de los hemocultivos en niños con NAC no complicada es bajo, por lo que se reservan para casos de neumonía moderada a severa, complicada, o con sospecha de bacteriemia (14)

La radiografía de tórax, en proyecciones postero anterior y lateral, es una herramienta diagnóstica fundamental. una imagen densa, de aspecto algodonoso (infiltrado alveolar), que compromete de manera parcial o total uno o más segmentos o lóbulos pulmonares, o un pulmón completo, estos infiltrados pueden tener zonas de broncograma aéreo (13). Esta

herramienta también permite identificar complicaciones como el derrame pleural, la neumonía necrosante o el neumotórax, que pueden requerir una intervención quirúrgica (5). La ecografía torácica ha demostrado ser superior a la radiografía para la detección y caracterización de derrames pleurales y es el método de elección para la evaluación inicial de las complicaciones (2).

La confirmación etiológica, crucial para la vigilancia epidemiológica y la optimización del tratamiento, requiere el aislamiento microbiológico e identificación de su patrón de resistencia en hemocultivo o, con mayor frecuencia, en líquido pleural. Las pruebas de reacción en cadena de polimerasa (PCR) en líquido pleural han cobrado gran importancia, aumentando significativamente la tasa de identificación de patógenos, incluso en pacientes que ya han recibido terapia antibiótica (1,2)

La patogénesis de la neumonía es la invasión del tracto respiratorio bajo por un organismo patógeno, esto por una falla de los mecanismos intrínsecos y extrínsecos de defensa como las barreras físicas de la nariz, la tos, el barrido mucociliar y las inmunoglobulinas logrando que el patógeno penetre e inicie la inflamación (1).

La etiología bacteriana de la Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC) es principalmente causada por *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*. A pesar de la importante reducción de la incidencia por el neumococo gracias a la vacunación, este patógeno sigue siendo el agente etiológico más prevalente, responsable de aproximadamente el 40% de los casos de NAC (14). En Colombia, el programa de inmunización inició en 2006 con la vacuna conjugada de 7 valentes; posteriormente, a partir de 2012, el esquema se estableció con la vacuna de 10 valentes (a los 2, 4 y 12 meses) logrando una cobertura del 95.3%. Finalmente, en 2022, se implementó la vacuna de 13 valentes, manteniendo el mismo esquema de aplicación (15,16).

La identificación de patógenos se ha incrementado significativamente gracias a las pruebas de reacción en cadena de polimerasa (PCR) realizadas en líquido pleural y hemocultivos. Estos análisis han permitido identificar principalmente a *Streptococcus pneumoniae* susceptible a penicilina, así como serotipos no incluidos en la vacunación, tales como 19A, 6A, 6C y 3, según estudios locales (1,15,16). En el caso de *Staphylococcus aureus*, existe evidencia de un aumento en la incidencia de neumonía por *Staphylococcus aureus* meticilino resistente (SAMR) (1).

Las infecciones por *Haemophilus influenzae* tipo B son ahora infrecuentes debido a la inmunización sistemática. La neumonía atípica, causada por *Mycoplasma*, se caracteriza por una progresión más insidiosa, con síntomas como malestar general, odinofagia, febrícula y tos que se manifiestan entre 3 y 5 días después (1). Se ha documentado la NAC por *Mycobacterium tuberculosis* y micobacterias no tuberculosas en zonas de alta exposición. Por otro lado, la neumonía por hongos es extremadamente rara en pacientes inmunocompetentes.

Conocer el agente etiológico es de gran importancia epidemiológica. Sin embargo, los cultivos de líquido pleural pueden resultar negativos hasta en un 70% de los casos si el paciente ya ha recibido tratamiento antibiótico (3). Por esta razón, la PCR ha cobrado un papel crucial, aumentando la tasa de identificación de patógenos.

En algunos estudios, se ha documentado que las etiologías virales representan más del 80% de los casos en niños menores de 2 años. El Virus Respiratorio Sincitial (VRS) es el agente más frecuentemente detectado, presente en hasta el 40% de los pacientes en este grupo de edad, mientras que otros menos comunes incluyen adenovirus, rinovirus, metaneumovirus e influenza A y B. La coinfección viral y bacteriana se ha reportado en un 2-50% de los niños con NAC, con las tasas más altas observadas en aquellos con enfermedad severa (14).

1.3 Manejo medico

El tratamiento antimicrobiano empírico inicial se basa en la edad, el estado de inmunización, la gravedad de la enfermedad y los patrones de resistencia locales. La amoxicilina es el tratamiento de primera línea para pacientes ambulatorios sin comorbilidad por su adecuado cubrimiento de *S pneumoniae*, el patógeno más frecuente. En pacientes hospitalizados, se prefiere la ampicilina o penicilina G, mientras que las cefalosporinas de tercera generación (ceftriaxona o cefotaxime) se reservan para casos de vacunación incompleta, alta sospecha de resistencia, con neumonía complicada o severamente comprometidos (14). La combinación empírica con macrólido se reserva en niños con sospecha de infección por *M. pneumoniae* y *C. pneumoniae*. El cubrimiento empírico para *S. aureus* (con vancomicina o clindamicina) debe considerarse en casos de enfermedad rápidamente progresiva, choque tóxico o en pacientes con coinfección por influenza (1,14).

Existe controversia sobre si la cobertura empírica inicial para *Haemophilus influenzae* y *Moraxella catarrhalis* es necesaria en pacientes previamente sanos. Algunos estudios han

demostrado que los desenlaces clínicos son comparables entre regímenes de espectro reducido (basados en ampicilina o amoxicilina, con una cobertura inferior al 30% para estos patógenos) y aquellos con un espectro más amplio (1). De manera consistente, las guías internacionales para estandarizar el manejo de la NAC han reportado un aumento en el uso de ampicilina y una disminución en la prescripción de cefalosporinas y macrólidos, sin que se hayan afectado negativamente los desenlaces clínicos (1).

Adicionalmente, se recomienda iniciar la terapia antiviral contra la influenza tan pronto como sea posible en pacientes con NAC de moderada a severa durante brotes epidemiológicos. Esta intervención es particularmente importante en casos de deterioro clínico, y debe administrarse de forma empírica, sin esperar los resultados de las pruebas diagnósticas, ya que un resultado negativo no excluye por completo la infección (14).

En la población adulta con neumonía adquirida en la comunidad (NAC) severa, el uso de corticosteroides está respaldado por evidencia que demuestra una reducción en el tiempo de hospitalización y la mortalidad, sin efectos adversos clínicamente significativos (17). Sin embargo, su uso en niños no ha sido extensamente estudiado y, por lo tanto, debe considerarse con precaución. Un ciclo corto de 5 a 7 días podría ser considerado en pacientes pediátricos con NAC y asma que presenten signos de obstrucción reversible de la vía aérea. El uso de azitromicina como agente antiinflamatorio continúa siendo controversial y no se recomienda en este momento (1).

1.4 Neumonía complicada y factores posiblemente asociados a cirugía

La falta de respuesta clínica o de mejoría en los marcadores inflamatorios después de 48-72 horas de tratamiento adecuado obliga a la búsqueda de complicaciones. La neumonía complicada (NACC) incluye: derrame pleural, empiema, neumonía necrosante y absceso pulmonar (2). En estos casos si la radiografía de seguimiento no es conclusiva, se recomienda realizar ecografía o tomografía axial computarizada (TAC) (14).

Los factores de riesgo asociados con una mayor severidad o complicación de la NAC son: edad menor de 2 años, taquipnea, hipoxemia, alteración del estado de conciencia, desnutrición, la presencia de derrame pleural al ingreso y la duración de defervescencia mayor a 3 días (7,14). Mientras que la edad menor de 2 años, el dolor torácico asimétrico, reactantes de fase aguda elevados, acidosis, leucopenia, leucocitosis, taquipnea, hiponatremia, deficiencia de hierro, anemia y tratamiento previo con acetaminofén e

ibuprofeno se han asociado con NACC (7–9,18–20). Las comorbilidades se asocian con un peor curso de la enfermedad son virus de inmunodeficiencia humana VIH, cardiopatía congénita, asma, síndrome de Down, parálisis cerebral y epilepsia (21). La vacunación contra neumococo y el antecedente de sibilancias se han reportado como protectores de complicaciones (19,22).

Se ha observado en diversos estudios que ciertas localizaciones anatómicas en la radiografía de tórax se asocian con una mayor gravedad de la neumonía adquirida en la comunidad. Específicamente, se ha encontrado que la afectación del pulmón izquierdo, los lóbulos superiores, la presentación multifocal bilateral y la afectación del hilio derecho son indicativos de mayor severidad (10,21).

En cuanto a las complicaciones, la presencia de derrames pleurales de cualquier tamaño se ha correlacionado con una mayor duración de la hospitalización y del soporte de oxígeno suplementario. Los derrames complejos, en particular, se han asociado con bacteriemia por neumococo, falla en el tratamiento médico, necesidad de ventilación mecánica e ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). De igual forma, la neumonía necrosante (NN) se relaciona con la necesidad de intervención quirúrgica y hospitalizaciones prolongadas, mientras que los neumatoceles se han vinculado con una mayor mortalidad (8,9,19,23).

1.5 Complicaciones Quirúrgicas de la Neumonía

1.5.1 Derrame Pleural Paraneumónico y empiema

El derrame pleural, una colección de líquido en el espacio pleural secundaria a un proceso exudativo, es la complicación más frecuente, observada en 2-12% de los casos de NAC (2,14). Se desarrolla en tres fases:

Fase exudativa: Los primeros días, el líquido es estéril y libre.

Fase fibrinopurulenta: Una semana después con depósitos de fibrina y desarrollo de septos que pueden genera locus el líquido.

Fase de organización: De 10-14 días. el derrame se encapsula en una membrana pleural rígida (1,2)

El empiema es un derrame purulento con leucocitos y bacterias en el espacio pleural, este contenido purulento tiende a tener loculaciones (1).

El tamaño, las características y el grado de compromiso respiratorio son factores importantes para determinar el manejo. A grandes rasgos los derrames libres pueden requerir drenaje por un tubo a tórax mientras los derrames organizados requieren decorticación pleural.

Los derrames pleurales que miden menos de 10 mm o que ocupan menos de un cuarto del hemitórax en una radiografía de tórax en posición vertical, generalmente responden de manera adecuada al manejo antibiótico sin requerir intervenciones adicionales. El umbral de 10 mm es el más aceptado para considerar la necesidad de drenaje (24), un procedimiento que busca reducir la carga de la enfermedad, aliviar los síntomas y optimizar la penetración de los agentes antimicrobianos en el espacio pleural (1,14).

Estos derrames no loculados pueden ser manejados solo con drenaje con un tubo de tórax. Se debe obtener gram y cultivo en esta muestra, las pruebas de antígenos y amplificación de PCR aumenta la detección de patógenos y se deben usar si están disponibles. El análisis de los parámetros del líquido como pH, glucosa y proteínas no están recomendados dado que no modifican el manejo del paciente. (14)

Una vez que se ha instaurado un empiema, especialmente si presenta loculaciones, el drenaje simple resulta ineficaz (24). En este contexto, el manejo debe iniciarse de forma expedita. A pesar de que los datos sobre el procedimiento óptimo son limitados, la elección de la terapia depende en gran medida de la experticia local y la disponibilidad de recursos.

Las opciones quirúrgicas para el empiema incluyen:

Toracostomía con drenaje cerrado: Puede ser suficiente para derrames no loculados.

Toracostomía con fibrinolíticos: El uso de agentes como la uroquinasa o el activador del plasminógeno tisular puede mejorar el drenaje en derrames septados.

Cirugía Torácica Asistida por Videotoracoscopia (VATS): Permite la lisis de adherencias, desbridamiento y decorticación bajo visión directa (6)

Toracotomía con decorticación abierta: Se reserva para derrames crónicos, encapsulados o en casos de falla de la VATS (5).

Según los hallazgos de estudios aleatorizados que comparan la cirugía asistida por videotoracoscopia (VATS) con la toracostomía con la adición de fibrinolíticos, ambas terapias se consideran equivalentes en términos de la duración de la estancia hospitalaria.

Sin embargo, la toracostomía con fibrinolíticos presenta la ventaja de ser más económica, mientras que la VATS se asocia con un menor requerimiento de cirugías adicionales (14).

Aproximadamente el 17% de los niños tratados con agentes fibrinolíticos necesitan intervenciones quirúrgicas secundarias. Para aquellos pacientes que persisten con derrames pleurales de tamaño moderado o grande después de este manejo, o que continúan requiriendo drenaje con tubo por 2 a 3 días, la VATS es el procedimiento recomendado, con una efectividad que se aproxima al 95% (6). Una alternativa de tratamiento en estos casos es la decorticación abierta, aunque esta opción se asocia con tasas más elevadas de morbilidad (14).

Es crucial tener en cuenta que la persistencia de la fiebre por sí sola no es un marcador de fracaso terapéutico. Para evaluar la respuesta al tratamiento y la necesidad de una intervención adicional, se debe realizar una tomografía axial computarizada (TAC) de tórax para localizar con precisión las colecciones de líquido y determinar si existe tejido necrótico.

1.5.2 Absceso Pulmonar

El absceso pulmonar, una complicación infrecuente, se define como una lesión circunscrita con una pared fibrótica que rodea un área de necrosis por licuefacción, la cual puede o no contener niveles hidroaéreos (1). Puede presentarse en escenarios subagudos o como una complicación de una neumonía necrosante.

Aunque son raros en niños previamente sanos, la mayoría se originan por diseminación hematógena, aspiración de flora oral o la presencia de un cuerpo extraño. Su diagnóstico obliga a una búsqueda exhaustiva de factores de riesgo subyacentes, que incluyen aspiración, cuerpos extraños, anomalías estructurales (como secuestro pulmonar y malformaciones congénitas de la vía aérea), inmunodeficiencias o infecciones por *Mycobacterium tuberculosis*.

Clínicamente, suelen manifestarse con febrícula prolongada y tos. El tratamiento inicial consiste en la administración de antibióticos intravenosos. No obstante, en abscesos bien definidos y sin conexión al árbol bronquial, el drenaje percutáneo guiado por imagen con aspiración y colocación de catéter puede ser una opción terapéutica. Por el contrario, los abscesos que drenan espontáneamente al árbol bronquial a menudo resuelven sin necesidad de intervenciones adicionales (14).

No existe evidencia concluyente de que el drenaje quirúrgico de abscesos pequeños o medianos mejore los desenlaces en comparación con la terapia médica prolongada exclusiva. En caso de requerir un procedimiento quirúrgico como la VATS o la aplicación de fibrinolíticos, se debe ejercer una manipulación pulmonar cuidadosa debido al riesgo de complicaciones como la fuga aérea, la fístula broncopleurales o el sangrado incontrolable (5). El tratamiento antibiótico empírico debe incluir cubrimiento para patógenos anaerobios y gramnegativos si se sospecha aspiración. La duración de la terapia oscila generalmente entre 4 y 6 semanas, con un mínimo de 1 a 2 semanas posteriores a la resolución de la fiebre y la normalización de los marcadores inflamatorios (1).

1.5.3 Neumonía necrosante (NN)

La neumonía necrosante (NN) es una complicación infrecuente de la neumonía adquirida en la comunidad (NAC) pediátrica, con una incidencia aproximada del 7% (2). Se caracteriza por la destrucción del parénquima pulmonar, con la consecuente licuefacción, formación de cavitaciones y posteriormente necrosis. Clínicamente, estos pacientes presentan fiebre persistente, mal estado general, leucocitosis y una elevación de los reactantes de fase aguda.

Desde el punto de vista radiológico, estos cambios se manifiestan como áreas focales lucidas o neumatoceles, mientras que en la tomografía computarizada se observan áreas de baja atenuación en el parénquima, indicativas de licuefacción, que pueden presentarse de forma continua o en parches dentro de zonas de consolidación (2,4).

La NN es causada por cepas de *S. pyogenes*, *S. pneumoniae* y *S. aureus* con factores de virulencia específicos. La enfermedad cursa con una severidad clínica significativamente mayor que las neumonías graves tradicionales, progresando rápidamente a falla ventilatoria severa y shock séptico. Se ha asociado la necrosis masiva con la elevación de la proteína C-reactiva (PCR), hipoalbuminemia y niveles bajos de inmunoglobulina M (25).

La fístula broncopleurales (FBP) es una complicación grave de la NN, con una incidencia que varía entre el 13% y el 67% (2), se asocia con una elevada morbilidad y hospitalizaciones prolongadas. A pesar de la controversia sobre el momento óptimo para la intervención quirúrgica, los estudios sugieren que un abordaje temprano, cuando la enfermedad aún se encuentra localizada, se asocia con un menor riesgo de complicaciones (26). El procedimiento quirúrgico incluye la toracotomía con lavado de la cavidad, decorticación pleuropulmonar y el cierre de las fístulas, si están presentes. Adicionalmente, se pueden

realizar procedimientos de necrosectomía, segmentectomía o lobectomía según la extensión del daño. Algunos autores han recomendado un manejo quirúrgico más agresivo, demostrando que este enfoque puede disminuir la morbilidad postoperatoria (27).

1.6 Desenlaces y seguimiento

La mortalidad por neumonía adquirida en la comunidad (NAC) en países de bajos ingresos se ha reportado en un rango del 2% al 6.4%. La desnutrición y la falta de vacunación son factores de riesgo asociados a una mayor mortalidad (11)

El seguimiento radiológico está indicado ante el deterioro clínico o la inestabilidad del paciente 24 a 48 horas después de iniciado el tratamiento antibiótico. La identificación de un nuevo derrame pleural o el empeoramiento del infiltrado pulmonar pueden modificar las decisiones terapéuticas. En pacientes con un tubo de drenaje torácico, los protocolos de seguimiento varían entre instituciones; algunos recomiendan una vigilancia radiológica diaria para monitorear la posición del tubo, mientras que otros la reservan solo para casos de deterioro clínico o disfunción del sistema de drenaje.

La resolución radiológica de los infiltrados ocurre en el 90% de los casos en un plazo de dos meses (1,28). Las imágenes de control a las 4-6 semanas están indicadas en pacientes con neumonía recurrente en el mismo lóbulo o en aquellos que presentaron un colapso lobar inicial, a fin de descartar anomalías anatómicas, masas o la presencia de un cuerpo extraño (14). Por otro lado, no se requieren hemocultivos de control en niños con una mejoría clínica evidente, pero sí deben obtenerse para documentar la resolución en pacientes con bacteriemia por *Staphylococcus aureus*, independientemente de su estado clínico (14).

Aunque la mayoría de los niños con neumonía complicada logran una recuperación clínica y radiológica completa, una proporción de ellos puede desarrollar secuelas a largo plazo, principalmente en la función pulmonar. Estudios han documentado que los niños que han sufrido un empiema pueden presentar una función pulmonar anormal incluso años después de la resolución de la infección (14). Especialmente un patrón restrictivo por la fibrosis y cicatrización en el parénquima con disminución de la capacidad vital forzada (CVF) de hasta 10% (2)

Por lo tanto, es crucial considerar un seguimiento clínico y funcional en niños que han experimentado neumonía complicada, para identificar tempranamente cualquier anomalía y, de ser necesario, iniciar un manejo de soporte.

2. Metodología

2.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores pronósticos asociados a la necesidad de cirugía de tórax en niños con neumonía bacteriana adquirida en la comunidad tratados en la fundación HOMI en el periodo comprendido entre el 2022 y el 2024?

2.2 Tipo de estudio

Estudio observacional analítico de tipo cohorte retrospectiva

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Identificar y evaluar posibles factores asociados al requerimiento de cirugía en niños con neumonía bacteriana adquirida en la comunidad tratados en Fundación HOMI en el periodo comprendido entre el 2022 y el 2024

2.3.2 Objetivos específicos

2.3.1 Caracterizar los aspectos sociodemográficos y clínicos de la población de estudio.

2.3.2 Caracterizar la frecuencia y tipos de procedimientos quirúrgicos realizados en la población de estudio.

2.3.3 Evaluar posibles factores de riesgo clínicos que se asocien con una mayor o menor probabilidad de ser llevado a un procedimiento quirúrgico en la población de estudio.

2.4 Población

Niños 1 mes – 17.9 años hospitalizados por neumonía bacteriana adquirida en la comunidad en HOMI entre 2022-2024

2.5 Criterios de inclusión y exclusión

2.5.1 Inclusión

2.5.1.1 Pacientes entre 1 mes y 17.9 años atendidos en el HOMI entre el 01 enero 2022 y el 31 de diciembre 2024.

2.5.1.2 Pacientes que sean caso probable de neumonía adquirida en la comunidad definida por criterios clínicos de la OPS (13). Se define como caso probable el cumplimiento de todos estos criterios:

- a) Paciente hospitalizado con un diagnóstico médico de neumonía adquirida en la comunidad
- b) Radiografía de tórax con patrones sugestivos de neumonía bacteriana como: opacidad alveolar, consolidación, derrame pleural, neumatocele, absceso, cavitación o broncograma aéreo (13).
- c) Presencia de opacidades de aspecto algodonoso (alveolar) que involucre uno o más segmentos pulmonares, lóbulos o pulmón completo (13).
- d) Estos hallazgos deben haber sido interpretados por un radiólogo.

2.5.1.3 Paciente hospitalizado al menos por 24 horas por esta causa.

2.5.2 Exclusión

2.5.2.1 Pacientes que hayan recibido cirugía torácica secundaria al cuadro de neumonía elegible en el estudio previo al ingreso a la institución.

2.5.2.2 Pacientes con cuya información en historia clínica no se encuentra disponible

2.5.2.3 Pacientes con fibrosis quística, cáncer, o inmunodeficiencia de cualquier tipo.

2.6 Selección de la muestra

No aplica, se revisaron las historias de todos los pacientes con NAC en HOMI de 2022-2024, debido a que el desenlace (cirugía de tórax) no es muy prevalente, fue necesario tomar toda la cohorte de pacientes, revisar sus desenlaces y no realizar un muestreo.

2.7 Procedimientos para recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de calidad de los datos

2.7.1 Identificación de la población:

Se consultó el registro de atenciones registradas en el hospital para la ventana de medición planteada (01 enero 2022 hasta 31 diciembre 2024). Se seleccionaron como atenciones potencialmente elegibles las que tengan como códigos de egreso CIE-10 J10-J22

Como fuente secundaria de detección, se consultó la información de la estadística del servicio de Cirugía Pediátrica de la Fundación HOMI de todos los pacientes operados en estos años por complicaciones de neumonía.

2.7.2 Evaluación de criterios de elegibilidad y selección de la población de estudio.

Todas las atenciones potencialmente elegibles dentro de la ventana de medición fueron evaluadas por dos investigadores para verificar el cumplimiento de los criterios de elegibilidad. Con el fin de garantizar que la unidad de análisis sea paciente, en los casos donde se detecte más de una atención elegible dentro del periodo de tiempo, se incluyó en el estudio la información proveniente de la primera atención solamente.

Se revisaron los diagnósticos J10 a J22 en la base de datos del hospital, se usaron las definiciones establecidas por la Organización Panamericana de la Salud

Caso sospechoso: Todos los pacientes hospitalizados con un diagnóstico médico de neumonía adquirida en la comunidad

Caso probable: Cualquier caso sospechoso con una radiografía de tórax con patrón compatible con neumonía bacteriana incluyendo la presencia de cualquiera de los siguientes: opacidad alveolar, consolidación, derrame pleural, neumatocele, absceso o cavitación. Adicionalmente, infiltrados de aspecto algodonoso (alveolar) que involucra uno o más segmentos pulmonares, lóbulos o pulmón completo. Estas opacidades algunas veces se presentan con broncograma aéreo o derrame pleural

Caso confirmado: Cualquier caso probable en el que *S. pneumoniae*, *H. influenzae* u otra bacteria se identifica en cultivo en sangre o líquido pleural

Caso descartado: Cualquier caso sospechoso en el que la radiografía de tórax no es compatible con neumonía bacteriana

Caso inadecuadamente investigado: cualquier caso sospechoso en el que no se realizó radiografía de tórax (13)

Además, el hospital es una institución con vigilancia centinela de neumonía en menores de 5 años para la OMS, el estudio se realizó posterior a la pandemia por SARS COV -2.

2.7.3 Digitación la información

Se creó un formulario específico para el estudio en REDCap, en donde tres investigadores recolectaron la información relacionada con las características sociodemográficas de los pacientes, las características de la atención, esto incluye el cuadro infeccioso, los

tratamientos recibidos y la realización o no de cirugía y las condiciones al egreso, variables referidas en la Tabla 2-1.

El valor de los leucocitos, la neutrofilia y la hemoglobina se ajustaron por valores de referencia de acuerdo con la edad, el rango de referencia en nuestra institución para la proteína c reactiva (PCR) es menor a 5 mg/L y para la procalcitonina < 0.5 donde no es probable que haya una infección bacteriana localizada.

El estado de inmunización se confirmó en la base de datos del Programa Ampliado de Inmunización (PAI) de Bogotá y Colombia (<https://paiweb2.paiweb.gov.co/login> y <https://appb.saludcapital.gov.co>).

Se emplearon pruebas diagnósticas rápidas y moleculares conforme al protocolo institucional. Las pruebas de antígeno para detectar virus utilizadas incluyeron: RSV Respi-Strip (Coris Bioconcept) para detección de virus sincitial respiratorio (VSR), Adeno Respi-Strip (Coris Bioconcept) para adenovirus (ADV) e Influenza A+B K-Set (Coris Bioconcept)

Las pruebas moleculares FilmArray™ (panel respiratorio y/o neumonía) como prueba molecular PCR múltiple para detección de virus y bacterias en sitio no estéril (secreción nasofaríngea, secreción traqueal).

Las muestras de las neumonías confirmadas para neumococo por cultivo fueron enviadas al Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, los microorganismos fueron confirmados por un sistema de colorimetría avanzada automático VITEK 2 (bioMérieux, Marcy l'Etoile, France) y enviado al Grupo de Microbiología del Instituto Nacional de Salud de Colombia para confirmación y caracterización fenotípica. El serotipo de *S. pneumoniae* fue identificado vía reacción Quellung. Los perfiles de sensibilidad antimicrobiana se determinaron mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer) y microdilución en caldo de penicilina (PEN), ceftriaxona (CRO), trimetropim – sulfametoxazol, cloranfenicol, tetraciclina, eritromicina y rifampicina.

2.7.4 Verificación de la calidad de la información

Un segundo investigador revisó los datos diligenciados en el formulario de REDCap para identificar discrepancias y datos erróneos, en ese caso se revisó nuevamente la historia clínica para corroborar los datos

Tabla 2-1: Tabla de variables			
Nombre	Definición	Tipo de variable	Indicador
Sexo	Sexo al nacer	Cualitativa Dicotómica	Femenino Masculino
Edad	Número de meses cumplidos entre la fecha de nacimiento y la fecha de ingreso	Cuantitativa Continúa	Número de meses
Ruralidad	El paciente vive en área rural o urbana	Cualitativa Dicotómica	Rural Urbana
Antecedente de enfermedad respiratoria	Tener antecedente de enfermedades respiratorias	Cualitativa nominal	Asma Rinitis Ninguna
Antecedentes de otras enfermedades sistémicas	Tener antecedente de otras patologías	Cualitativa nominal	Dermatitis Anemia Gastrostomía por trastorno de la deglución Retraso psicomotor Otra, cuál Ninguna
Hospitalización previa por neumonía en el último año	Antecedente de hospitalización por neumonía en último año	Cualitativa Dicotómica	Si No
Esquema vacunación	Reporte de vacunas y dosis recibidas a la fecha. Neumococo y H Influenzae	Cualitativa nominal	Tipo de vacuna Número de dosis recibidas
Remitido	¿El paciente viene remitido de otra institución?	Cualitativa Dicotómica	Si No
Atención de urgencias previa	¿El paciente recibió atención por urgencias (menos de 24 horas) por el actual motivo de consulta?	Cualitativa Dicotómica	Si No
Días de evolución antes del ingreso	Número de días entre la fecha de inicio de los	Cuantitativa	Número de días

	síntomas y la fecha de ingreso a la institución.	discreta	
Días de fiebre antes del ingreso	Número de días de fiebre reportados en el ingreso	Cuantitativa Continúa	Número de días
Antibiótico antes del ingreso	Reporte en historia clínica de recibir antibiótico previo al ingreso	Cualitativa Dicotómica	Si No
Antecedente toma acetaminofén o ibuprofeno	Reporte de antecedente de toma de acetaminofén o ibuprofeno	Cualitativa Dicotómica	Acetaminofén Ibuprofeno Ninguno
Signos y síntomas presentes al ingreso	Signos y síntomas descritos al ingreso	Cualitativa nominal	Desaturación Dificultad respiratoria Taquipnea Tos Fiebre Dolor torácico
Peso	Peso registrado en la historia clínica al ingreso	Cuantitativa Continúa	Peso en kg
Talla	Talla registrada en la historia clínica al ingreso	Cuantitativa Continúa	Talla en cm
Percentil Z	Valor Percentil Z con peso y talla	Cuantitativa continua	Valor percentil
Leucocitos al ingreso	Cantidad de leucocitos al ingreso en hemograma	Cuantitativa Continúa	Número
Neutrófilos al ingreso	Cantidad de neutrófilos al ingreso en hemograma	Cuantitativa Continúa	Número
Plaquetas al ingreso	Cantidad de plaquetas al ingreso en hemograma	Cuantitativa Continúa	Número
Hemoglobina al ingreso	Valor hemoglobina al ingreso	Cuantitativa Continua	Número
Albúmina al ingreso	Valor de albúmina al ingreso	Cuantitativa	Número

		Continua	
PCR al ingreso	Valor PCR al ingreso en hemograma	Cuantitativa Continua	Número
Procalcitonina	Primer valor procalcitonina registrado	Cuantitativa Continua	Número
Prueba para detectar patógeno	Se realizó pruebas para aislar el microorganismo		Panel viral Panel neumonía FilmArray neumonía Cultivo líquido pleural Hemocultivo Ninguno
Panel viral positivo	Tener panel viral positivo al ingreso	Cualitativa nominal	Influenza A Influenza B Adenovirus Virus respiratorio Sincitial SARS COV 2 Negativo
Panel de neumonía	Aislamiento en panel de neumonía	Cualitativa nominal	Adenovirus Bordetella parapertussis Bordetella pertussis Chlamydia pneumoniae Coronavirus 229E Coronavirus HKU1 Coronavirus NL63 Coronavirus OC43 Human metaneumovirus Human rinovirus/enterovirus Influenza A Influenza B Mycoplasma pneumoniae Parainfluenza Virus 1

			Parainfluenza Virus 2 Parainfluenza Virus 3 Parainfluenza Virus 4 Virus sincitial respiratorio SARS- CoV-2 Negativo
Film array neumonía		Cualitativa nominal	Acinetobacter calcoaceticus- baumannii complex Enterobacter cloacae complex Escherichia coli Haemophilus influenzae Klebsiella aerogenes Klebsiella oxytoca Klebsiella pneumoniae group Moraxella catarrhalis Proteus spp Pseudomonas aeruginosa Serratia aeruginosa Serratia marcescens Staphylococcus aureus Streptococcus agalactiae Streptococcus pneumoniae Streptococcus pyogenes Chlamydia pneumoniae Legionella pneumophila Mycoplasma pneumoniae Adenovirus Coronavirus Human Metapneumovirus Human Rhinovirus/enterovirus Influenza A

			Influenza B Parainfluenza virus Virus respiratorio sincitial
Aislamiento de cultivo de líquido pleural	Microorganismo aislado en cultivo de líquido pleural	Cualitativa nominal	[Microorganismo] Negativo
Aislamiento de hemocultivo	Microorganismo aislado en hemocultivo	Cualitativa nominal	[Microorganismo] Negativo
Serotipo de neumococo	Serotipo aislado en los casos con cultivos positivos para <i>S. pneumoniae</i>	Cualitativa nominal	[Número Serotipo] No serotipificable Sin reporte
Sensibilidad neumococo	Perfil de sensibilidad en aislamiento de <i>S. pneumoniae</i>	Cualitativa nominal	Sensible a penicilina Resistente penicilina Sensible a ceftriaxona
Serotipo H influenzae	Serotipo aislado <i>Haemophilus influenzae</i>	Cualitativa nominal	[Serotipo] No serotipificable Sin reporte
Sensibilidad <i>Haemophilus influenzae</i>	Perfil de sensibilidad en aislamiento de <i>Haemophilus influenzae</i>	Cualitativa nominal	Sensible a ampicilina Resistente a ampicilina
Sensibilidad <i>S aureus</i>	Perfil de sensibilidad en aislamiento de <i>Staphylococcus aureus</i>	Cualitativa nominal	SAMR SAMS Sensible a clindamicina
Tiempo de inicio del primer antibiótico	Número de días entre la Fecha de ingreso y la fecha de inicio de antibiótico	Cuantitativa	Número de días
Antibiótico recibido al ingreso	Primer antibiótico recibido	Cualitativa nominal	Vancomicina Ceftriaxona Clindamicina Ampicilina Penicilina Ampicilina Sulbactam

			Claritromicina Cefepime Otro, cuál
Número de antibióticos recibidos	Número de antibióticos recibidos en la hospitalización	Cuantitativa Continúa	Número de antibióticos
Total de días antibiótico	Número de días de antibióticos recibidos en la hospitalización	Cuantitativa Continúa	Número de días de antibiótico
Fiebre a las 48 horas de inicio antibiótico	Presencia de fiebre después de 48 horas de iniciado el antibiótico	Cualitativa Dicotómica	Si No
Complicaciones en radiografía de ingreso	Hallazgos en radiografía que sugieran complicación	Cualitativa Nominal	Derrame pleural Absceso Neumonía necrosante Empiema Ninguno
Ecografía	Se realizó ecografía	Cualitativa Dicotómica	Si No
Distancia Inter pleural en ecografía	Número reportado de distancia interpleural en ecografía	Cuantitativa Continúa	Número en mm
Presencia de tabiques en ecografía	Tener reporte de tabiques en ecografía	Cualitativa Dicotómica	Si No
Radiología intervencionista	El paciente recibió procedimientos de radiología intervencionista	Cualitativa Dicotómica	Si No
Procedimiento radiología intervencionista	El paciente recibió alguna de las siguientes intervenciones de radiología intervencionista	Cualitativa Nominal	Punción derrame pleural Drenaje absceso

Ingreso a UCI	Ingreso a UCI en la hospitalización	Cualitativa Dicotómica	Si No
Intervenciones en UCI	El paciente recibió durante la hospitalización alguna de estas intervenciones	Cualitativa Nominal	Ventilación Mecánica Transfusión Soporte inotrópico Ninguno
Intervenciones en UCI en las primeras 48 horas al ingreso	El paciente recibió en las primeras 48 horas alguna de estas intervenciones	Cualitativa Nominal	Ventilación Mecánica Transfusión Soporte inotrópico Ninguno
Cirugía	Requerimiento de cirugía	Cualitativa Dicotómica	Si No
Tubo de tórax previo	Inserción de tubo de tórax en otra institución	Cualitativa Dicotómica	Si No
Hallazgo quirúrgico	Hallazgo quirúrgico descrito	Cualitativa nominal	Derrame pleural Empiema Neumonía necrosante Absceso
Cirugía realizada	Primera cirugía realizada	Cualitativa nominal	Toracostomía a drenaje cerrado Toracoscopia de limpieza VATS Segmentectomía Lobectomía anatómica Lobectomía no anatómica
Tiempo a la primera cirugía	Número de días entre la fecha de ingreso y la fecha de cirugía	Cuantitativa	Número de días
Reintervención	El paciente recibió alguna reintervención	Cualitativa nominal	Si No
Cirugía realizada	Segunda cirugía realizada	Cualitativa nominal	Toracostomía a drenaje cerrado Toracoscopia de limpieza VATS

			Segmentectomía Lobectomía anatómica Lobectomía no anatómica
Número de intervenciones	Total de cirugías realizadas después del primer procedimiento y durante la hospitalización	Cuantitativa	Número de cirugías
Resección pulmonar	Máxima resección pulmonar presentada durante la estancia hospitalaria	Cualitativa nominal	Segmentectomía Lobectomía anatómica Lobectomía no anatómica Neumonectomía
Tiempo hospitalización	Días entre la fecha de ingreso y la fecha de alta	Cualitativa Continúa	Número en días
Requerimiento de oxígeno al egreso	Paciente previamente no usuario de oxígeno que egresa con oxígeno suplementario	Cualitativa Dicotómica	Si No
Estado al egreso	Estado vital del paciente	Cualitativa Dicotómica	Vivo Muerto

2.8 Desenlaces

El desenlace principal del estudio fue la realización de un procedimiento quirúrgico (toracostomía a drenaje cerrado, VATS, toracotomía y resecciones pulmonares) como parte del tratamiento de una NAC

2.9 Procesamiento y análisis de datos

Las variables cualitativas se resumieron mediante frecuencias absolutas y relativas. Se calcularon medidas de resumen y dispersión para las variables cuantitativas, según cumplimiento de normalidad.

El análisis de los datos se realizó en dos fases consecutivas. En la primera fase, se llevó a cabo un análisis univariado mediante modelos de regresión logística simple para identificar asociaciones individuales entre las variables demográficas, clínicas, paraclínicas y microbiológicas con el desenlace principal (intervención quirúrgica). Siguiendo un criterio de inclusión amplio para evitar la exclusión de variables de confusión potenciales, se

seleccionaron para el modelo multivariado aquellas variables que presentaron un valor de $p \leq 0.5$ en el análisis univariado.

En la segunda fase, se construyó un modelo de regresión logística multivariada de pasos atrás (*backward stepwise regression*). La calidad y el ajuste del modelo final se evaluaron mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Pseudo R-cuadrado (Pseudo R²). Un valor de AIC de 221.451 indicó que el modelo final representaba el equilibrio óptimo entre complejidad y capacidad explicativa, mientras que un Pseudo R² de 0.706 demostró una robusta bondad de ajuste, explicando aproximadamente el 70.6% de la variabilidad del desenlace quirúrgico. Las asociaciones se expresaron mediante Odds Ratio (OR) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC 95%). Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0.05$. Todos los cálculos se realizaron utilizando el software estadístico Stata.

2.10 Consideraciones éticas

El proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética en la Investigación de la Fundación HOMI el 31 de marzo de 2025 con Acta No 100, 787-25.

Es un estudio catalogado Sin Riesgo según la resolución 8430 de 1993 dado su carácter retrospectivo, se revisarán las historias y los pacientes no se someterán a ninguna intervención o pruebas adicionales a las indicadas para la enfermedad, no requiere consentimiento informado. Se siguieron las pautas de la resolución 8430 de 1993 de Colombia para la investigación en salud y las normas de buenas prácticas para la investigación de la resolución 2378 de 2008. Los datos serán recogidos de forma anónima, la confidencialidad de los datos será guardada siguiendo la ley de protección de datos personales de 1581 de 2012.

3. Resultados

Se realizó una revisión retrospectiva de la casuística institucional, en el período comprendido entre el 01 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024. La búsqueda inicial se basó en los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades, 10ª Revisión (CIE-10), que incluyen el espectro de patologías respiratorias. Esta consulta preliminar arrojó un universo de 7572 registros. De esta cohorte preliminar, se identificaron 1372 casos que cumplían con la definición operacional de caso probable de Neumonía

Adquirida en la Comunidad (NAC) constituyendo la población potencialmente elegible para la revisión detallada de la historia clínica.

Tras la revisión clínica un total de 1129 pacientes fueron incluidos en la cohorte final del estudio, consecuentemente, 243 casos fueron excluidos. El algoritmo de selección y la especificación de los motivos de exclusión se representan en el diagrama de flujo ilustrado en la Figura 3-1.

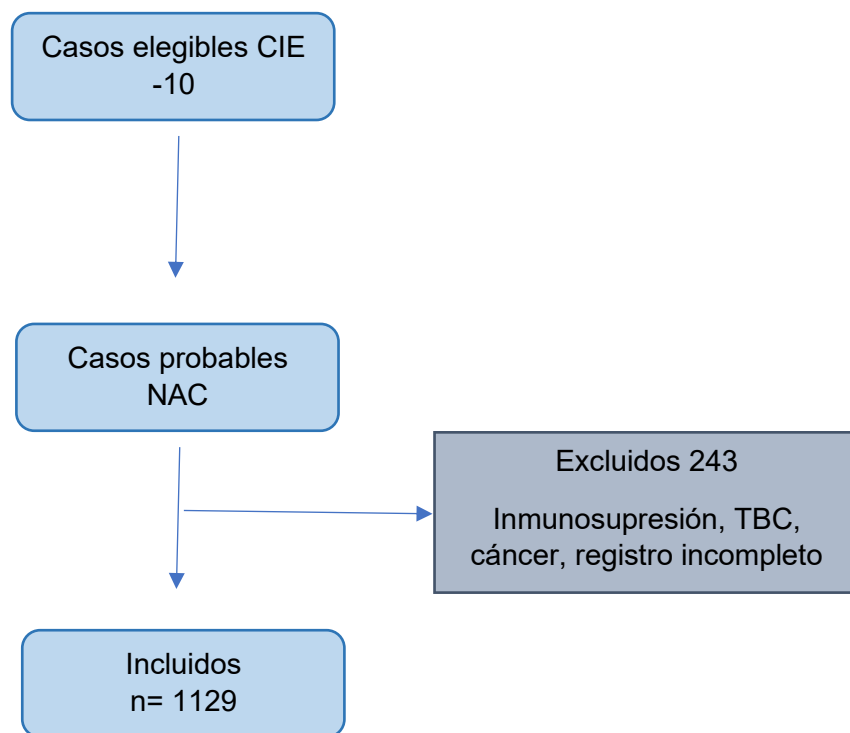


Figura 3-1 Algoritmo de selección

3.1 Análisis descriptivo

3.1.1 Variables demográficas

Del total de los pacientes atendidos con NAC 54% (n=610) masculino y 46% (n=519) eran de sexo femenino. El promedio de edad fue 3.6 años (DE 3.68, mediana 3, RIQ 4). El 22.7% de los pacientes fue remitido de otra institución. Tabla 3-2

Tabla 3-2: Características demográficas		
Característica	n	%
Edad Promedio	3.6 años (DE 3.6, mediana 3, RIQ 4)	
Sexo Masculino	610	54
Femenino	519	46
Procedencia Urbana	1078	95.5
Rural	51	4.5
Remisión Sí	257	22.8
No	872	77.2

3.1.2 Antecedentes y estado vacunal

De los pacientes 15.9% tenían antecedente de enfermedad respiratoria; 12.7% tenían antecedente de bronquiolitis, el 6.8% tenía antecedente de asma, 3.4% antecedente de rinitis y 3.1% de otra enfermedad respiratoria como displasia broncopulmonar o neumopatía crónica. En cuanto a otras enfermedades el 8.2% tenía antecedente de otra enfermedad sistémica, 6.1% de retraso psicomotor, 4% epilepsia, 3.6% se alimentaban por gastrostomía por trastorno deglutorio. El 18.9% tenían anemia con la hemoglobina de ingreso.

El 5.9% de los pacientes tuvo una hospitalización previa en el último año por neumonía y el 23.3% consultó por urgencias la misma semana del ingreso. En cuanto a los antecedentes farmacológicos el 47.6% recibió acetaminofén previo al ingreso y 8.4% ibuprofeno. El 14.3% de los pacientes recibió antibiótico antes del ingreso y el 10.8% usaba algún tipo de inhalador.

El 73.2% tenía el esquema completo de 3 dosis frente a neumococo y el tipo de vacuna más frecuente fue la de 10 valentes, 9.3% de los pacientes no tenían ninguna inmunización. En cuanto a la vacunación contra *Haemophilus influenzae* el 91.1% tenía algún grado de inmunización y el 82.5% de los pacientes tenía el esquema completo. Tabla 3-3

Tabla 3-3: Inmunización			
# Dosis	Neumococo	Valencias vacunas	H. Influenzae tipo b
Ninguna	106 (9.3%)		100 (8.8%)
1	49 (4.3%)	PCV7 – 9 (0.8%) 10 – 846 (82.6%) 13 – 169 (16.5%)	43 (3.81%)
2	147 (13%)	7 – 9 (0.9%) 10 – 817 (83.7%) 13 – 149 (15.2%)	54 (4.7%)
3	828 (73.2%)	7- 7 (0.8%) 10 – 750 (90.5%) 13 – 71 (8.5%)	933 (82.5%)

3.1.3 Variables clínicas

Se evaluaron los síntomas y signos al ingreso de los pacientes, la mediana del tiempo de los síntomas fue 5 días (RIQ 4, promedio 27.7, DE 143), 81.7% tenía tos, 86.6% refería fiebre con mediana de 3 días de duración (RIQ 3) y 6.6% dolor torácico. Al examen físico 43.4% dificultad respiratoria, 40.2% presentaba desaturación, y 12.9% taquipnea.

El estado nutricional fue normal en 55% de los pacientes, 10.2% tenían algún grado de desnutrición y 1,2% obesidad.

La mediana de leucocitos al ingreso fue 13.800 (RIQ 10.735, promedio 35.380, DE 139.409) y 41.4% tenían leucocitosis con el rango corregido por edad, para los neutrófilos fue de 8480 (RIQ 9538, promedio 29.031, DE 133.995) y 50.4% tenían neutrofilia. Los reactantes de fase aguda analizados fueron la PCR con mediana 89.4 (RIQ 141.9, promedio 125, DE 114) y la procalcitonina con mediana de 1.35 (RIQ 5.16, promedio 9.46, DE 34.7). Tabla 3 – 4

En todos los pacientes se tomó una radiografía de tórax compatible con NAC, 5.6% tenían derrame pleural al ingreso y 3 pacientes 0.2% tenían evidencia de neumonía necrosante. Se realizó ecografía en 10.8% de los casos, la distancia interpleural tuvo una mediana de 14 (RIQ 13.2, promedio 25.12 mm, DE 90.4) casi una tercera parte 30.6% de estos pacientes presentaba tabiques.

El 5.9% de los pacientes persistió con fiebre después de 48 horas del inicio del antibiótico, 335 pacientes (29.7%) requirieron estancia en cuidados intensivos (UCI), 8.8% en las primeras 48 horas. 124 pacientes requirieron ventilación mecánica invasiva (10.9%), 95 transfusiones y 95 soporte hemodinámico (8.4%). Tabla 3-5

Los días de estancia tuvieron una mediana de 7 (RIQ 8, promedio 10.6, DE 50.6), 37% de los pacientes requirieron oxígeno al egreso y 19.8% continuaron en hospitalización domiciliaria. La letalidad global fue 1.7% y 8.5% para los pacientes que ingresaron a uci en las primeras 48 horas.

Tabla 3-4: Variables clínicas		
Variable	n	%
Tiempo evolución	Mediana 5 días (RIQ 4, promedio 27.7, DE 143)	
Signos y síntomas		
Tos	922	81.7
Fiebre	980	86.6
Dolor torácico	74	6.6
Desaturación	454	40.2
Dificultad respiratoria	490	43.4
Taquipnea	146	12.9
Estado nutricional		
Desnutrición aguda severa	31	2.7
Desnutrición aguda moderada	85	7.5
Riesgo de desnutrición	218	19.3
Normal	627	55.5
Riesgo de sobrepeso	120	10.6
Sobrepeso	34	3
Obesidad	14	1.2
Laboratorios		
Leucocitos	Mediana 13.800 (RIQ 10.735, promedio 35.380, DE 139.409),	
Neutrófilos	Mediana 8.480 (RIQ 9538, promedio 29.031, DE 133.995)	
Plaquetas	Mediana 369.000 (RIQ 189.000, promedio 544.260, DE 1.218.535)	
Hemoglobina	Mediana 12.2 (RIQ 13.4, promedio 29.7, DE 130)	
Albúmina	Mediana 3.09 (RIQ 1.14, promedio 4.65, DE 12.3)	
Proteína C reactiva		

Procalcitonina	Mediana 89.4 (RIQ 141.9, promedio 125, DE 114) Mediana 1.35 (RIQ 5.16, promedio 9.46, DE 34)	
Imágenes		
Complicación imagen ingreso	Derrame 64	5.7
	Neumonía necrosante 3	0.3
	Empiema 3	0.3
Ecografía	122	10.8
Distancia interpleural	Mediana 14 mm (RIQ 13.2, promedio 25.1, DE 90.4)	
Presencia tabiques	37	30.6
Severidad		
Ingreso a UCI	335	29.7
VMI	124	10.9
Transfusión	95	8.4
Soporte hemodinámico	95	8.4
UCI primeras 48 horas	235	20.8
VMI	83	7.3
Transfusión	33	2.9
Soporte hemodinámico	55	4.8

Tabla 3-5: Severidad

		Ingreso a UCI	VMI
Antecedentes	Asma	24.6	7.7
	Rinitis	13,1	0
	Retraso psicomotor	45.3	16.2
	Hospitalización último año por neumonía	46.2	16.4
	Antibiótico previo al ingreso	30.4	9.9
Síntomas	Tos	27.9	9.4

	Dolor Torácico	20.2	6.7
Signos	Fiebre	26	8.5
	Desaturación	38.5	14.5
	Dificultad respiratoria	39.5	14.6
	Taquipnea	37.6	13

Tabla 3-6: Letalidad	
Ingreso a UCI 48 horas	8.5%
VMI 48 horas	4.8%
Transfusión	9%
Soporte hemodinámico	5.4%
Global	1.7%

3.1.4 Variables microbiológicas

Dentro de las pruebas procedentes de sitios no estériles para detectar el causante de la probable neumonía se solicitaron paneles virales y pruebas de detección de PCR, de las pruebas confirmatorias de neumonía se solicitaron hemocultivos y cultivos de líquido pleural. La mayoría de los pacientes 1045 (92.6%) se tomó una prueba para detectar el patógeno causal, la prueba más frecuentemente solicitada fue panel viral 73.8%, seguida de hemocultivo 69.5% siguiendo el protocolo de la OMS para instituciones de vigilancia centinela en neumonía bacteriana en menores de 5 años, con menos frecuencia las pruebas de detección por PCR múltiple 23.7% (248 pacientes) y el cultivo de líquido pleural 8.5%, en el 7.4% de los pacientes no se solicitó ninguna prueba para detectar el patógeno. Las pruebas de PCR fueron positivas en el 98%, el cultivo de líquido pleural en 21.9%, el panel viral por antígeno en el 20% de los casos y los hemocultivos 7.2%.

El 21.7% de los pacientes tuvieron un aislamiento viral únicamente, 3.2% solo bacteriano y el 5.9% una codetección. En los métodos de recolección no estériles el microorganismo más frecuentemente aislado fue el virus respiratorio sincitial 38% (del total de aislamientos), seguido del adenovirus 26%, human rinovirus/enterovirus 18.5% y de las bacterias *Haemophilus influenzae* 14.5% seguido de *S. pneumoniae* en 9.4%, *Moraxella catarrhalis* 8.5% y *Mycoplasma pneumoniae* 7.1% Tabla 3-7

Tabla 3-7: Aislamiento casos probables			
Aislamiento Bacteriano	N	% (n 248)	% (n 1045)
<i>Haemophilus influenzae</i>	51	20,5	4,8
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	33	13,3	3,1
<i>Moraxella catarrhalis</i>	30	12	2,8
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	25	10	2,3
<i>Staphylococcus aureus</i>	18	7,2	1,7
<i>Escherichia coli</i>	8	3,2	0,7
<i>Acinetobacter calcoaceticus- baumannii</i> complex	7	2,8	0,6
<i>Klebsiella pneumoniae</i> group	7	2,8	0,6
<i>Streptococcus agalactiae</i>	4	1,6	0,3
<i>Enterobacter cloacae</i> complex	3	1,2	0,2
<i>Klebsiella aerogenes</i>	3	1,2	0,2
<i>Klebsiella oxytoca</i>	2	0,8	0,1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	0,8	0,1
<i>Legionella pneumophila</i>	1	0,4	0,09
<i>Proteus spp</i>	1	0,4	0,09
Negativo	5	2	0,4

Aislamiento viral	n	% sin negativos	% (n= 985)	% (n 1045)
Negativo	667		67,7	63,8
Virus respiratorio Sincitial	133	41,8	13,5	12,7
Adenovirus	91	28,6	9,2	8,7
<i>Human rhinovirus/enterovirus</i>	65	20,4	6,5	6,2

Influenza A	38	11,9	3,8	3,6
Parainfluenza Virus 3	28	8,8	2,8	2,6
Influenza B	23	7,2	2,3	2,2
SARS COV 2	21	6,6	2,1	2
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	19	5,9	1,9	1,8
<i>Human metapneumovirus</i>	18	5,6	1,8	1,7
Parainfluenza Virus 1	6	1,8	0,6	0,5
Coronavirus NL63	5	1,5	0,5	0,4
Coronavirus HKU1	4	1,2	0,4	0,3
Coronavirus OC43	4	1,2	0,4	0,3
Parainfluenza Virus 4	4	1,2	0,4	0,3
Coronavirus 229E	2	0,6	0,2	0,1
Parainfluenza Virus 2	1	0,3	0,1	0,09

En cuanto a los métodos de confirmación de neumonía; el líquido pleural tuvo aislamiento en el 21.9% de los casos, el aislamiento de *S. aureus* fue 8.3% y *S. pneumoniae* 5.2%, los hemocultivos fueron positivos en el 7.4%, el más frecuente *S. pneumoniae* 51% y de *S. aureus* fue 23% y *K. pneumoniae* 10.6% Tabla 3-7

Tabla 3-8: Aislamiento casos confirmados			
Microrganismo	Hemocultivo	Líquido pleural	Total
<i>S. pneumoniae</i>	51%	27.7%	44.6%
<i>S. aureus</i>	23%	44.4%	25%
<i>K. pneumoniae</i>	10.6%	11.1%	12.5%
<i>M. catarrhalis</i>	2.2%	5.5%	5.2%
<i>H. influenzae tipo b</i>	4.2%		3.5%
<i>E. coli</i>	2.1%	5.5%	3.5%
<i>P. aeruginosa</i>	2.1%		1.7%
<i>Salmonella</i>		5.5%	1.7%
<i>S. marcescens</i>	2.1%		1.7%

Sesenta y ocho pacientes obtuvieron confirmación por alguno de los dos métodos 13.2% tuvieron el mismo aislamiento en hemocultivo y en el líquido pleural, 43.2% de los casos

confirmados tuvo codetección viral y el 20.9% tuvo el mismo aislamiento en las pruebas no estériles de PCR.

En 25 pacientes se confirmó la infección por neumococo y en 20 (80%) fue tipificable el serotipo siendo más frecuente el 19^a en el 80% de los casos Tabla 3-9. También se evaluó la sensibilidad a los antibióticos, el 52% fue sensible a penicilina y el 80% a ceftriaxona. En 14 pacientes se confirmó la infección por *S. aureus* el perfil del antibiograma fue meticilino sensible 35.7% y sensible a clindamicina 78.6%. Tabla 3-10

Tabla 3-9: Serotipos neumococo		
Número de serotipo de neumococo	n	%
19A	17	80
14	1	5
15A	1	5
23A	1	5
3	1	5

Tabla 3-10: Sensibilidad antibiótico			
<i>S. pneumoniae</i>		<i>S. aureus</i>	
Penicilina	52%	Meticilina	35.7%
Ceftriaxona	80%	Clindamicina	78.6%

El tiempo entre el ingreso y el primer antibiótico fue mediana 1 día (RIQ 2, promedio 3.1 días, DE 28.1) y entre el ingreso y la primera cirugía mediana 5 días (RIQ 7,5, promedio 21.4 días, DE 112)

Los antibióticos más frecuentemente recibidos como primera línea fueron penicilina 36.55%, ampicilina sulbactam 27.35% y ceftriaxona 14.78%, otros fueron claritromicina 7.9%, amoxicilina 5.7% clindamicina 4.5%, cefepime 3.4%, ampicilina 2% y vancomicina 2%. El 70.9% de los pacientes requirió un cambio de antibiótico, el 91.94% de los pacientes

recibió entre 1 y 3 antibióticos, mientras que el otro 9.1% recibió entre 4 y 7. En promedio los pacientes recibieron 10 días de antibiótico (DE 29.9, mediana 7, RIQ 3) Tabla 3-10

Tabla 3-11: Antibióticos		
Variable	n	%
Tiempo primer antibiótico	Mediana 1 día (RIQ 2, promedio 3.1 días, DE 28.1)	
Antibiótico primera línea		
Penicilina	413	36.5
Ampicilina sulbactam	309	27.3
Ceftriaxona	167	14.7
Claritromicina	90	7.9
Amoxicilina	65	5.7
Clindamicina	51	4.5
Cefepime	39	3.4
Vancomicina	25	2.2
Ampicilina	23	2.2
Prueba detección patógeno		
Panel viral	833	73.2
Hemocultivo	785	69.4
Panel neumonía	166	14.6
Film Array neumonía	102	9
Cultivo líquido pleural	96	8.5

3.1.5 Variables operatorias

107 pacientes (9.5%) requirieron una intervención quirúrgica, el 95.3% requirieron entre 1-4 antibióticos antes de la intervención y los demás entre 5-7.

El hallazgo quirúrgico más frecuente fue empiema 56% (n= 60), seguido de derrame pleural 33.6% (n=36), neumonía necrosante 10.2% (n=11), absceso (n=5) y fístula 4.6% (n=5). El procedimiento más frecuente fue la toracoscopia de limpieza (VATS) en el 58.8% de los casos (n=63), 39 (36.4%) pacientes requirieron una toracostomía a drenaje cerrado (TDC), 3 pacientes una segmentectomía y 4 una lobectomía en su primera intervención.

Una cuarta parte 25,2% fueron reintervenidos, en más de la mitad de los pacientes 55.5% para realizar resecciones pulmonares (25.9% lobectomía y 29.6% segmentectomía), en los demás se realizó una TDC 25.9%. o VATS 18.5%. De todos pacientes operados 80.3% no tuvieron resección pulmonar, 12.1% (13) fueron llevados a lobectomía y 7.48% (8) a segmentectomía. Gráfica 3 -1. El número de intervenciones fue en promedio 1.48 (DE 1.13, mediana 1, RIQ 0.5)

7 pacientes tuvieron procedimientos mínimamente invasivos por radiología intervencionista 4 para toracentesis evacuadora de derrame pleural y 3 drenajes de absceso y 10 pacientes tenían un tubo de tórax insertado en el sitio de remisión. Tabla 3-11

Tabla 3-12: Variables operatorias		
Variable	n	%
Preoperatorias		
# antibióticos antes de cirugía		
1	9	8.4
2	44	41.1
3	34	31.7
4	15	14
5	2	1.8
6	1	0.9
7	1	0.9
Sin dato	1	0.9
Tubo de tórax previo	10	0.8
Tiempo ingreso y 1ra cirugía	Mediana 5 días (RIQ 7,5, promedio 21.4 días, DE 112)	
Operatorias		
Cirugía	107	9.5
Hallazgo quirúrgico 1ra intervención		
Empiema	60	56
Derrame pleural	36	33.6
Neumonía necrosante	11	10.2

Absceso	5	4.6
Fístula	5	4.6
1ra intervención		
Toracoscopia de limpieza VATS	63	58.8
Toracostomía a drenaje cerrado TDC	39	36.4
Lobectomía	4	3.7
Segmentectomía	3	2.8
Neumorrafía	1	0.9
Reintervención	27	25.2
2da intervención		
Segmentectomía	8	29.6
Lobectomía	7	25.9
TDC	7	25.9
VATS	5	18.5
Resección pulmonar	21	19.5
Lobectomía	13	12.1
Segmentectomía	8	7.4
No resección	86	80.3
Número de intervenciones	Promedio 1.48 (DE 1.13, mediana 1, RIQ 0.5)	

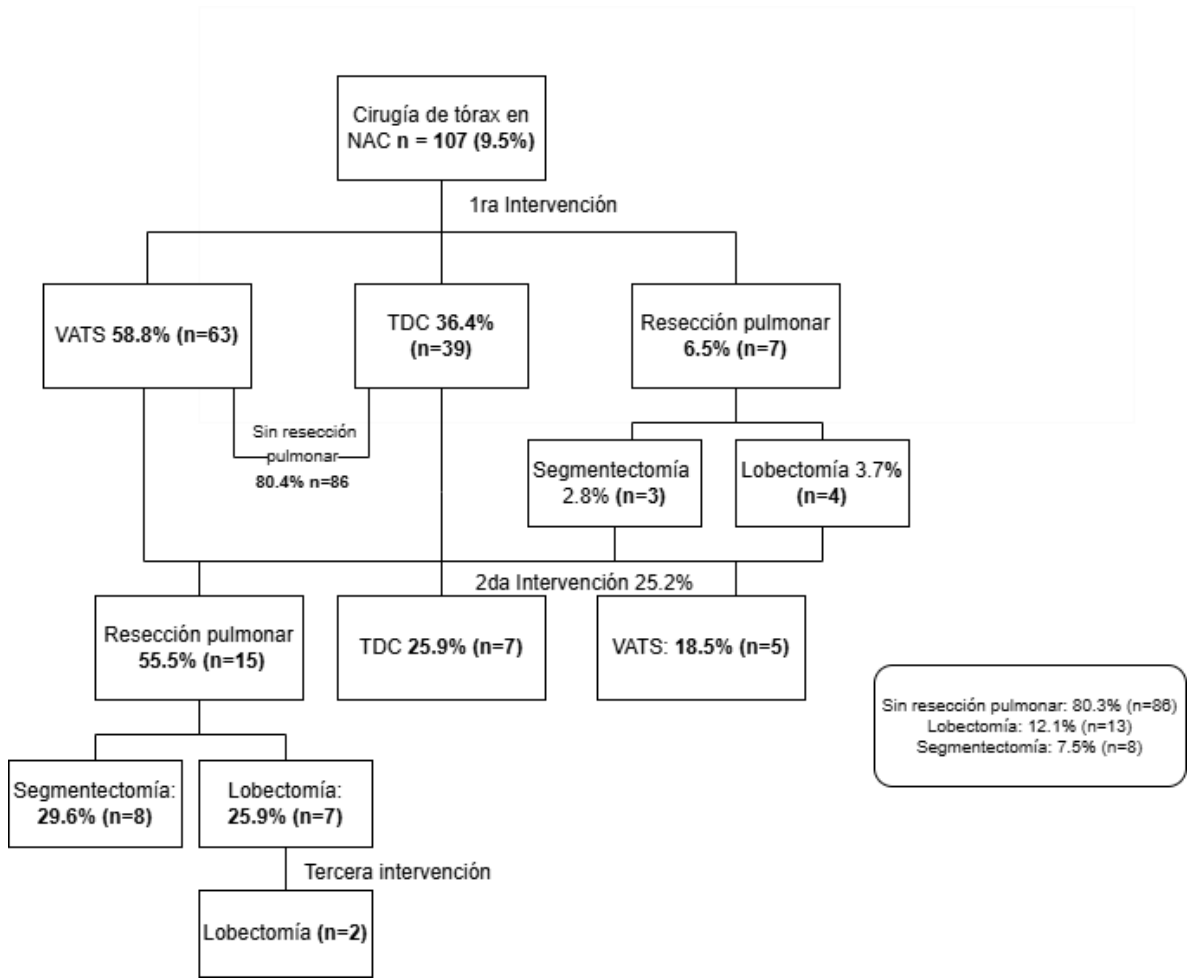


Figura 3-2: Algoritmo pacientes operados

3.2 Análisis univariado y multivariado

Los resultados del análisis univariado se presenta en la **tabla 3-12**, se marcan con asterisco (*) las variables que presentaron un valor menor o igual a 0.5

Tabla 3-13: Análisis univariado				
Variable	OR	Valor P	IC 95%	Sign
Factores demográficos				
Sexo				
Masculino	Ref.			
Femenino	0.875	0.586	0.586 a 1.308	
Ruralidad				
Urbano	Ref.			
Rural	2.813	0.004	0.004 a 1.398	*

Edad	1.003	0.132	0.999 a 1.007	
Antecedentes				
Patológicos				
Asma	0.796	0.602	0.337 a 1.877	
Rinitis	0.251	0.175	0.034 a 1.849	
Bronquiolitis	0.118	0.003	0.029 a 0.484	*
Dermatitis	1.597	0.666	0.191 a 13.395	
Gastrostomía	1.034	0.951	0.361 a 2.958	
Retraso neurodesarrollo	1.127	0.745	0.548 a 2.318	
Otra enfermedad sistémica	1.036	0.12	0.583 a 1.839	
Hospitalización último año	2.221	0.018	1.149 a 4.293	*
Atención urgencias semana previa	1.252 1.152	0.328 0.613	0.789 a 1.965 0.666 a 1.991	
Antibiótico previo	0.304	0	0.191 a 0.484	*
Acetaminofén previo	0.397	0	0.26 a 0.606	*
AINE previo	0.944	0.863	0.491 a 1.817	
Inhalador previo				
Inmunizaciones				
Neumococo				
1 dosis	0.636	0.34	0.252 a 1.609	
2 dosis	0.281	0.002	0.127 a 0.622	*
3 dosis	0.342	0	0.201 a 0.581	*
Influenza				
1 dosis	1.041	0.931	0.414 a 2.618	
2 dosis	0.372	0.089	0.119 a 1.162	
3 dosis	0.41	0.002	0.234 a 0.718	*
Signos y síntomas				
Síntomas				
Días síntomas	1.006	0.561	0.986 a 1.026	
Fiebre	1.02	0.949	0.55 a 1.877	
Días Fiebre	0.992	0.838	0.916 a 1.074	
Dolor torácico	2.212	0.014	1.171 a 4.178	*
Tos	0.527	0.006	0.33 a 0.833	*
Signos				
Dificultad respiratoria	0.774	0.224	0.512 a 1.117	
Desaturación	0.818	0.539	0.539 a 1.242	
Taquipnea	1.225	0.71	0.698 a 2.152	
Laboratorios				
Estado nutricional				
Sobrepeso- obesidad	0.863	0.635	0.469 a 1.587	
Riesgo nutricional	1.076	0.784	0.69 a 1.678	
Laboratorios				

Trombocitopenia	3.671	0	1.839 a 7.325	*
Anemia	3.5	0	2.303 a 5.321	*
Hipoalbuminemia	26.755	0	16.701 a 42.864	*
PCR positiva	2.027	0.335	0.482 a 8.524	
Procalcitonina	1.105	0.777	0.553 a 2.21	
Microbiológico				
Infección por neumococo	9.142	0	4.031 a 20.734	*
Infección <i>S. aureus</i>	42.758	0	9.424 a 193.993	*
Infección <i>H. influenzae tipo b</i>	0.158	0	0.129 a 0.194	*
Infección gran negativo	6.016	0	2.268 a 15.956	*
Infección bacteriana solamente	0.003	0	0.001 a 0.11	*
Coinfección	1.32	0.241	0.83 a 2.1	
Resistencia neumococo				
Penicilina	18.209	0	4.751 a 69.788	*
Ceftriaxona	26.33	0.004	2.914 a 237.888	*
Resistencia <i>S. aureus</i>				
Meticilina	54.788	0	6.78 a 442.744	*
Cambio de antibiótico	1.758	0.026	1.071 a 2.886	*
Fiebre 48 horas antibiótico	17.778	0	10.326 a 30.606	*
Imágenes y procedimientos				
Ecografía	87.168	0	50.008 a 151.94	*
Tabiques ecografía	29.106	0.001	3.813 a 222.17	*
Ingreso UCI	118.707	0	37.321 a 377.576	*

De acuerdo a los resultados de análisis multivariado y el tamaño de la muestra, se formuló el modelo multivariado con AIC de 221.451 y pseudo r – squared 0.706. El consolidado de los resultados del modelo final se muestran en la tabla 3-13.

Tabla 3-14: Análisis multivariado					
Variable	Análisis univariado		Análisis multivariado		
	OR	IC 95%	OR	P	IC 95%
Rural	2.813	1.398 a 5.661	1.753	0.458	0.298 a 7.731
Bronquiolitis	0.118	0.029 a 0.484	0.138	0.07	0.016 a 1.177
Hosp previa	2.221	1.149 a 4.293	3.791	0.095	0.794 a 18.105
Neumococo 2 dosis	0.281	0.127 a 0.622	0.01	0.013	0 a 0.38
Influenza 3 dosis	0.41	0.234 a 0.718	4.726	0.34	0.194 a 114.889
Acetaminofén	0.304	0.191 a 0.484	0.246	0.007	0.09 a 0.676
Ibuprofeno	0.397	0.26 a 0.606	2.341	0.212	0.62 a 8.632
Tos	0.527	0.333 a 0.833	2.456	0.099	0.844 a 7.152
Dolor torácico	2.212	1.171 a 4.178	5.087	0.034	1.134 a 22.826
Trombocitopenia	3.671	1.839 a 7.325	2.633	0.158	0.686 a 10.105
Anemia	3.5	2.303 a 5.321	1.627	0.297	0.652 a 4.059
Hipoalbuminemia	26.755	16.701 a 42.864	26.308	0	10.136 a 68.281
Infección bacteriana	0.003	0.001 a 0.11	0.001	0	0 a 0.008
SAMR	54.788	0 a 6.78	267.281	0	19.912 a 3587.724
Cambio antibiótico	1.758	1.071 a 2.886	2.873	0.061	0.953 a 8.66
Fiebre 48 horas	17.778	10.326 a 30.606	13.041	0	4.127 41.208

4. Discusión

En esta cohorte de pacientes pediátricos hospitalizados por NAC, el 9.5% requirió intervención quirúrgica, proporción que se encuentra dentro del rango reportado en estudios internacionales sobre neumonía(2,5). Este hallazgo confirma que, aun en la era postvacunal, persiste un subgrupo clínicamente relevante con progresión hacia complicaciones pleuropulmonares que demandan manejo invasivo.

Complejidad institucional y contexto clínico

Este estudio fue realizado en una institución de cuarto nivel, centro de referencia nacional y hospital centinela en vigilancia de neumonía bacteriana en menores de cinco años. La naturaleza de alta complejidad del centro implica que la cohorte incluye pacientes con mayor severidad clínica, múltiples comorbilidades y referencia tardía desde otras

instituciones, lo que puede explicar la proporción de casos complicados y la necesidad de intervenciones quirúrgicas avanzadas.

Además, la disponibilidad de cirugía torácica pediátrica, radiología intervencionista y unidad de cuidados intensivos permite un abordaje escalonado, reflejado en que el 58.8% de los pacientes fueron manejados inicialmente mediante toracoscopia de limpieza (VATS), mientras que solo el 19.5% requirió resección pulmonar definitiva. Esto sugiere que el manejo oportuno puede limitar la necesidad de resecciones mayores en la mayoría de los casos.

Desenlaces quirúrgicos

El hallazgo intraoperatorio más frecuente fue empiema (56%), seguido de derrame pleural complicado (33.6%) y neumonía necrosante (10.2%). Este patrón coincide con la evolución clásica descrita para neumonía complicada, en la que la fase exudativa progresa hacia organización fibrinosa y loculación pleural (9,19)

El procedimiento de elección ante el empiema fue VATS acorde a la tendencia actual de realizar cirugía mínimamente invasiva. Aunque el 80.3% de los pacientes no requirió resección pulmonar, un 25.2% fue reintervenido, y más de la mitad de estos requirió resecciones anatómicas (lobectomía o segmentectomía) por neumonía necrosante. Este comportamiento es consistente con lo descrito en neumonía necrosante asociada a patógenos altamente virulentos, particularmente *Staphylococcus aureus* (4,26)

La mediana de cinco días entre ingreso y primera cirugía sugiere que la progresión hacia desenlace quirúrgico ocurre tempranamente en los casos complicados, lo cual respalda la importancia de identificar predictores clínicos precoces.

Aislamientos microbiológicos y su impacto

En cuanto al perfil microbiológico, la infección por *Staphylococcus aureus* meticilino resistente (SAMR) mostró la asociación más fuerte con requerimiento quirúrgico en el análisis multivariado (OR 267.2; $p < 0.001$). Este hallazgo es coherente con la literatura que vincula este patógeno con neumonía necrosante, destrucción parenquimatosa extensa y mayor necesidad de resección pulmonar (4,9,19)

Nuestra caracterización microbiológica en pruebas no estériles pone en el panorama al Virus Respiratorio Sincitial (38%) y el Adenovirus (26%), aunque su presencia no fue un predictor de cirugía ($p=0.241$). Es imperativo destacar el impacto del adenovirus en el contexto postpandemia(29)s brotes recientes han mostrado una mayor agresividad inflamatoria que facilita la sobreinfección bacteriana (29)

En cuanto a los patógenos bacterianos, el *S. pneumoniae* sigue siendo el aislamiento más frecuente en hemocultivos (60%), pero con una preocupante deriva hacia el serotipo 19A (80% de los casos) no cubierto por la vacuna de 10 valentes que fue la aplicada en el 82.6% de las dosis y que se cambió en nuestro país desde 2022 a 13 valentes incluyendo el serotipo 19A conocido por su alta capacidad invasiva, explica la baja sensibilidad a la penicilina (52%) y justifica el uso de ceftriaxona como pilar del manejo hospitalario. No obstante, el verdadero "driver" de la cirugía es el *Staphylococcus aureus* meticilino-resistente (SAMR), que fue el microorganismo más frecuente en líquido pleural (44.4%) y presentó un perfil de multiresistencia crítico (64.3% de SAMR en aislamientos confirmados).

Codetección bacteria–virus

Uno de los hallazgos más relevantes de nuestro análisis es que, a pesar de que la literatura describe la coinfección virus-bacteria como un factor de mayor severidad clínica y riesgo de ingreso a UCI (1) en nuestra serie la coinfección no alcanzó significancia estadística como predictor de cirugía ($p = 0.241$). Sin embargo, la infección bacteriana aislada se comportó como un factor protector (OR: 0.001).

Este fenómeno se sustenta en una compleja interacción fisiopatológica de sinergismo microbiológico. Mientras que la coinfección viral potencia la inflamación sistémica, exacerba el daño epitelial y predispone al fallo respiratorio agudo, el desenlace hacia complicaciones supurativas —como el empiema organizado o la necrosis— depende fundamentalmente de la virulencia intrínseca del patógeno bacteriano y su capacidad para inducir depósitos de fibrina y destrucción tisular masiva.

Como señalan múltiples estudios (2,14) los virus respiratorios actúan como facilitadores al alterar la depuración mucociliar, desregular la respuesta inmune del huésped y exponer receptores que incrementan la adherencia e invasión bacteriana. No obstante, es la carga

enzimática y de toxinas de la bacteria la que dicta la progresión hacia la fase fibrinopurulenta y la formación de tabiques pleurales.

Análisis de Factores Predictivos (Univariado y Multivariado)

El análisis univariado permitió identificar múltiples variables asociadas con requerimiento de cirugía torácica en niños hospitalizados por NAC. Aunque este tipo de análisis no ajusta por factores de confusión, resulta útil para explorar asociaciones iniciales y contrastarlas con hallazgos previamente descritos.

En los factores demográficos la ruralidad mostró asociación significativa con mayor probabilidad de intervención quirúrgica (OR 2.813; $p=0.004$). Este hallazgo podría relacionarse con barreras de acceso, retraso diagnóstico o inicio tardío de tratamiento antibiótico, factores que han sido descritos como determinantes de progresión en infecciones respiratorias graves en contextos de recursos limitados (11).

La hospitalización en el último año se asoció con mayor riesgo quirúrgico (OR 2.221; $p=0.018$). Este resultado podría reflejar mayor vulnerabilidad basal o comorbilidades subyacentes, lo que ha sido descrito como factor predisponente para evolución complicada (7). El uso previo de acetaminofén y AINE también mostró asociación protectora. Aunque no existe evidencia de efecto farmacológico directo en la prevención de complicaciones, este hallazgo podría reflejar consulta temprana o mayor vigilancia familiar.

Las dos y tres dosis de vacuna antineumocócica mostraron efecto protector significativo en el análisis univariado. Asimismo, la vacunación contra *H. influenzae* con tres dosis mostró efecto protector. Como indica múltiple evidencia fuerte la inmunización no solo reduce la incidencia de neumonía, sino que modifica su severidad. Este hallazgo apoya la necesidad de reforzar los esquemas de vacunación completa como medida de salud pública para reducir la carga de cirugía torácica pediátrica (14,15)

El dolor torácico se asoció significativamente con cirugía (OR 2.212; $p=0.014$), lo cual es clínicamente coherente con compromiso pleural significativo predictor ya descrito en otros estudios (9,19,30)

En nuestro estudio, variables como la leucocitosis, la elevación de la Proteína C Reactiva (PCR) y la hipoalbuminemia mostraron una asociación significativa inicial con el desenlace

quirúrgico. Como proponen varios autores (8,21,25), estos marcadores reflejan la magnitud de la "tormenta inflamatoria" que precede al empiema y la necrosis pulmonar.

En el análisis univariado, la infección por *Staphylococcus aureus* mostró asociación significativa (OR 42.758; $p < 0.001$), al igual que la resistencia a metilina. Este resultado es consistente con lo descrito en neumonía necrosante pediátrica, donde *S. aureus*, particularmente cepas resistentes, se asocia con mayor destrucción parenquimatosa y necesidad de intervención quirúrgica (4,19)

La infección por gram negativos también mostró asociación (OR 6.016; $p < 0.001$), lo cual puede reflejar casos más graves o infecciones secundarias en pacientes hospitalizados.

La fiebre persistente a las 48 horas (OR 17.778; $p < 0.001$) y el cambio de antibiótico (OR 1.758; $p = 0.026$) mostraron asociación significativa. Las guías internacionales describen la persistencia de fiebre como criterio de falla terapéutica, lo que respalda la validez clínica de este hallazgo (14).

La presencia de tabiques en ecografía (OR 29.106; $p = 0.001$) también mostró fuerte asociación, coherente con la fisiopatología del empiema organizado donde la visualización de septos define el paso de la fase exudativa a fibrinopurulenta, fase en la que el manejo médico suele fracasar (5,31)

El análisis de regresión logística multivariada permitió identificar los predictores que mantienen una asociación independiente y significativa con el requerimiento de cirugía, eliminando variables confusoras.

El hallazgo más contundente de este estudio es el impacto del *S. aureus* metilino-resistente (SAMR) como el predictor etiológico más potente de cirugía. Un OR 267.28 refleja una agresividad biológica excepcional en nuestra población. Como señalan en su estudio previo en HOMI (4), el SAMR en nuestro centro se asocia a una rápida progresión hacia la neumonía necrosante. Fisiopatológicamente, esto se atribuye a la producción de citotoxinas como la Leucocidina de Panton-Valentine (LPV), que causa lisis leucocitaria y destrucción del parénquima pulmonar, generando depósitos masivos de fibrina que el tratamiento médico no logra reabsorber. Este resultado valida las recomendaciones de la IDSA (14) sobre la necesidad de una cobertura antibiótica empírica agresiva y una evaluación quirúrgica precoz (VATS) ante la sospecha de este patógeno para controlar la fuente de infección.

La hipoalbuminemia se consolidó como el marcador paraclínico independiente más robusto de severidad (OR 26.3). En el contexto de la NAC complicada, la caída de la albúmina sérica no debe interpretarse meramente como un reflejo del estado nutricional, sino como un indicador de severidad inflamatoria y fuga capilar. Este hallazgo es consistente con estudios que señalan la albúmina sérica baja como indicador de inflamación sistémica, aumento de permeabilidad capilar y extravasación proteica (5,8,25).

La fiebre >48 horas tras el inicio del antibiótico es el predictor clínico de falla en el manejo por excelencia (OR 13-04). En nuestro modelo multivariado, su peso estadístico confirma que la persistencia del pico febril es la manifestación sistémica de un foco infeccioso no drenado o de tejido pulmonar desvitalizado marcando la necesidad de realizar una toracoscopia de limpieza (VATS). Este hallazgo coincide con las guías clínicas que consideran la fiebre persistente como criterio de falla terapéutica o progresión de la enfermedad (14)

El dolor torácico mantuvo su independencia estadística (OR 5.08). A diferencia de la tos o la disnea, el dolor es un indicador específico de inflamación de la pleura parietal. Este hallazgo clínico debe alertar sobre la necesidad de una ecografía de tórax inmediata para buscar tabicaciones que, en nuestro análisis univariado, mostraron una alta correlación con la intervención quirúrgica.

Es notable que la infección bacteriana aislada resultara protectora en el análisis multivariado (OR 0.001) y aunque la codetección de virus y bacterias no fue estadísticamente significativa: se explica por lo mencionado previamente del sinergismo microbiológico que predispone a neumonía complicada que requiere intervención quirúrgica.

Tener dos o tres dosis de vacuna antineumocócica mostraron efecto protector que se mantuvo en la regresión logística (OR 0.01) confirmando la protección de la vacunación no solo con la infección sino con el riesgo de cirugía.

La solidez de los hallazgos presentados se sustenta en el notable rigor metodológico y la potencia estadística del estudio. Al incluir una de las cohortes más extensas reportadas en la literatura nacional e internacional (n=1,129), se minimiza el error aleatorio y se garantiza una representatividad significativa de la complejidad de la NAC en centros de referencia. La validez del modelo multivariado de regresión logística se confirmó mediante indicadores de ajuste robustos; el Pseudo R-cuadrado (0.706) demostró una alta capacidad explicativa

del modelo para el desenlace quirúrgico, mientras que el Criterio de Información de Akaike (AIC) arrojó valores óptimos que aseguran un equilibrio entre la parsimonia del modelo y su capacidad predictiva (221.451), minimizando la pérdida de información. Estos indicadores, sumados a la estrechez de los intervalos de confianza en las variables críticas, confieren a los *Odds Ratio* obtenidos una fiabilidad estadística que permite su aplicación como herramientas de estratificación de riesgo en el entorno clínico real.

Reconocemos las limitaciones de un diseño retrospectivo que limita la capacidad de establecer causalidad. En segundo lugar, el tamaño muestral del grupo quirúrgico, aunque clínicamente relevante, puede haber generado intervalos de confianza amplios en algunas variables, particularmente en aquellas con elevada magnitud de OR como SAMR. Finalmente, al tratarse de un centro de alta complejidad, los resultados pueden no ser completamente generalizables a instituciones de menor nivel de atención.

5. Conclusiones

- 5.1** El requerimiento de intervención quirúrgica en niños con NAC en nuestra población está condicionado por algunos factores independientes: SAMR, la hipoalbuminemia, la fiebre persistente a las 48 horas de inicio del antibiótico y el dolor torácico.
- 5.2** La identificación de una infección bacteriana aislada (sin codetección viral) y el cumplimiento de al menos dos dosis de vacunación neumocócica actúan como factores protectores significativos, reduciendo drásticamente la probabilidad de complicaciones quirúrgicas y validando la importancia de los programas de inmunización y el diagnóstico microbiológico temprano.
- 5.3** Cerca del 10% de los niños con NAC requirió intervención quirúrgica, siendo la toracoscopia (VATS) el procedimiento más frecuente y con baja necesidad de resección pulmonar.
- 5.4** La identificación temprana de estos factores puede contribuir a una mejor estratificación de riesgo y a decisiones terapéuticas oportunas en pacientes con neumonía complicada.

Bibliografía

1. Messinger AI, Kupfer O, Hurst A, Parker S. Management of Pediatric Community-acquired Bacterial Pneumonia Practice Gaps. *Pediatr Rev* [Internet]. 2017;38(9):394–409. Available from: <http://pedsinreview.aappublications.org/>
2. Benedictis FM, Kerem E, Chang AB, Colin AA, Zar HJ, Bush A. Complicated pneumonia in children. Vol. 396, *The Lancet*. Lancet Publishing Group; 2020. p. 786–98.
3. Garcia D. Derrame pleural paraneumónico complicado y empiema. In: *Terapéutica Médica en Urgencias*. Editorial Médica Panamericana; 2015.
4. Guerrero MP, Camacho-Moreno G, Márquez K. Characterization of pediatric patients with necrotizing pneumonia treated at a quaternary care center in Bogotá, Colombia, 2010-2017. *Infectio* [Internet]. 2023;27(1):23–8. Available from: <https://orcid.org/0000-0003->
5. Islam S, Calkins CM, Goldin AB, Chen C, Downard CD, Huang EY, et al. The diagnosis and management of empyema in children: A comprehensive review from the APSA outcomes and clinical trials committee. Vol. 47, *Journal of Pediatric Surgery*. 2012. p. 2101–10.
6. Knebel R, Fraga JC, Amantea SL, Isolan PBS. Videothoracoscopic surgery before and after chest tube drainage for children with complicated parapneumonic effusion. *J Pediatr (Rio J)*. 2018 Mar 1;94(2):140–5.
7. Huang CY, Chang L, Liu CC, Huang YC, Chang LY, Huang YC, et al. Risk factors of progressive community-acquired pneumonia in hospitalized children: A prospective study. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 2015 Feb 1;48(1):36–42.
8. Elemraid MA, Thomas MF, Blain AP, Rushton SP, Spencer DA, Gennery AR, et al. Risk factors for the development of pleural empyema in children. *Pediatr Pulmonol*. 2015 Jul 1;50(7):721–6.
9. Krenke K, Urbankowska E, Urbankowski T, Lange J, Kulus M. Clinical characteristics of 323 children with parapneumonic pleural effusion and pleural

- empyema due to community acquired pneumonia. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2016 May 1;22(5):292–7.
10. Patria MF, Longhi B, Lelii M, Galeone C, Pavesi MA, Esposito S. Association between radiological findings and severity of community-acquired pneumonia in children. *Ital J Pediatr*. 2013;39(1).
 11. Adbela G, Abdurahman H, Hailu S, Keneni M, Mohammed A, Weldegebreal F. Treatment outcome of pneumonia and its associated factors among pediatric patients admitted to Hiwot Fana Comprehensive Specialized University Hospital, Eastern Ethiopia. *Front Pediatr*. 2024;12.
 12. Visbal Spirko C, López G, Cepeda O, Rumilla V, Isabel M. Vol. 23, *Salud Uninorte*. 2007. p. 231–42 Neumonía adquirida en la comunidad en pediatría. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81723210>
 13. Organización Panamericana de la Salud. Vigilancia de las neumonías y meningitis bacterianas en menores de 5 años. [Internet]. 2020. Available from: www.paho.org
 14. Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C, et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: Clinical practice guidelines by the pediatric infectious diseases society and the infectious diseases society of America. Vol. 53, *Clinical Infectious Diseases*. 2011.
 15. Gutiérrez-Tobar IF, Londoño-Ruiz JP, Mariño-Drews C, Beltrán-Higuera S, Camacho-Moreno G, Leal-Castro AL, et al. Epidemiological characteristics and serotype distribution of culture-confirmed pediatric pneumococcal pneumonia before and after PCV 10 introduction, a multicenter study in Bogota, Colombia, 2008–2019. *Vaccine*. 2022 May 3;40(20):2875–83.
 16. Camacho-Moreno G, Duarte C, Perdomo M del P, Maldonado LY, Palacios J, Rojas JC, et al. Sentinel surveillance in bacterial pneumonia in children under 5 years old in a fourth-level pediatric hospital in Colombia 2016-2022. *IJID Regions*. 2024 Dec 1;13.
 17. Stern A, Skalsky K, Avni T, Carrara E, Leibovici L, Paul M. Corticosteroids for pneumonia. Vol. 2017, *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley and Sons Ltd; 2017.

18. Wexler ID, Knoll S, Picard E, Villa Y, Shoseyov D, Engelhard D, et al. Clinical characteristics and outcome of complicated pneumococcal pneumonia in a pediatric population. Vol. 41, *Pediatric Pulmonology*. 2006. p. 726–34.
19. Krenke K, Krawiec M, Kraj G, Peradzynska J, Krauze A, Kulus M. Risk factors for local complications in children with community-acquired pneumonia. *Clinical Respiratory Journal*. 2018 Jan 1;12(1):253–61.
20. Wang LJ, Mu SC, Lin CH, Lin MI, Sung TC. Fatal community-acquired pneumonia: 18 years in a medical center. *Pediatr Neonatol*. 2013 Feb;54(1):22–7.
21. Dean P, Florin TA. Factors Associated With Pneumonia Severity in Children: A Systematic Review. *J Pediatric Infect Dis Soc*. 2018 Dec 3;7(4):323–34.
22. Medina D. Neumonía complicada en población pediátrica en una institución de referencia en Bogotá: una aproximación a los factores de riesgo. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia; 2021.
23. Breuer O, Picard E, Benabu N, Erlichman I, Reiter J, Tsabari R, et al. Predictors of Prolonged Hospitalizations in Pediatric Complicated Pneumonia. *Chest*. 2018 Jan 1;153(1):172–80.
24. Ionescu MD, Bălgrădean M, Filip C, Taraş R, Căpitănescu GM, Berghea F, et al. The role of lung ultrasonography in predicting the clinical outcome of complicated community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Med Ultrason*. 2022;24(1):19–26.
25. Li Q, Zhang X, Chen B, Ji Y, Chen W, Cai S, et al. Early predictors of lung necrosis severity in children with community-acquired necrotizing pneumonia. *Pediatr Pulmonol* [Internet]. 2022 Oct 25;57(9):2172–9. Available from: <https://www.authorea.com/users/442865/articles/543009-early-predictors-of-lung-necrosis-severity-in-children-with-community-acquired-necrotizing-pneumonia?commit=5ffb5475f2364f6fb1b3e147fa0e89827df072fc>
26. Dalponte R de S, Heluany GCV, Michels M, Madeira K, Prado C de E. Surgical treatment of necrotizing pneumonia in children: A 10-year assessment. *Rev Col Bras Cir*. 2020;47(1).

27. Frybova B, Koucky V, Pohunek P, Cejnarova K, Coufal S, Kokesova A, et al. Lung Resection in Children with Necrotizing Pneumonia: Outcome and Follow-up. *European Journal of Pediatric Surgery*. 2021 Mar 7;58(4).
28. Maffey A, Colom A, Venialgo C, Acastello E, Garrido P, Cozzani H, et al. Clinical, functional, and radiological outcome in children with pleural empyema. *Pediatr Pulmonol*. 2019 May 1;54(5):525–30.
29. Vélez-Tirado N, Castaño-Jaramillo L, Restrepo-Gualteros S, Alcalá-Lozano C, Ruge E, Puente C, et al. Severe adenovirus infection outbreak in Colombia: Experience from a tertiary pediatric hospital in 2022. *Biomédica [Internet]*. 2024 [cited 2026 Feb 15];44:108–20. Available from: <https://doi.org/10.7705/biomedica.7047>
30. Sakran W, El Din Ababseh Z, Miron D, Koren A. Thoracic empyema in children: Clinical presentation, microbiology analysis and therapeutic options. *Journal of Infection and Chemotherapy*. 2014;20(4):262–5.
31. Moreno-Pérez D, Andrés Martín A, Tagarro García A, Escribano Montaner A, Figuerola Mulet J, García García JJ, et al. Neumonía adquirida en la comunidad: tratamiento de los casos complicados y en situaciones especiales. Documento de consenso de la Sociedad Española de Infectología Pediátrica (SEIP) y Sociedad Española de Neumología Pediátrica (SENP). *An Pediatr (Engl Ed)*. 2015 Sep 1;83(3):217.e1-217.e11.