



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO₂ MAX) EN
PACIENTES ADULTOS CON DIAGNÓSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA
COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ3
AGUASCALIENTES”**

PRESENTA:

Karla Fabiola Anguiano Guzmán

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
URGENCIAS MEDICO QUIRÚRGICAS**

ASESORA:

Dalila Balderas Vázquez

Aguascalientes, Ags. 20 de Mayo del 2025



CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, A 20 DE MAYO DE 2025

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO.1, AGUASCALIENTES

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de MEDICINA DE URGENCIAS del Hospital General de Zona No. 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes

DRA. KARLA FABIOLA ANGUIANO GUZMÁN

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

"NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNOSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACION CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES".

Número de Registro: R-2025-101-080 del Comité Local de Ética en Investigación No. 1018 y el comité de Investigación en Salud No. 101.

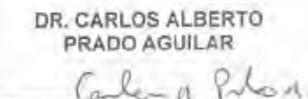
Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

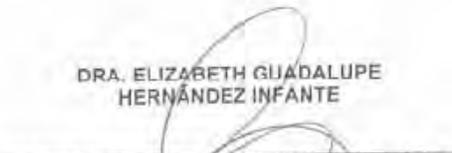
La **DRA. KARLA FABIOLA ANGUIANO GUZMAN**, asistió a las asesorías correspondientes y realizo las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los tramite correspondientes a su especialidad, sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

ATENTAMENTE:


DRA. LOURDES ANDRADE NAVARRO
COORDINADORA DE PLANEACION Y ENLACE INSTITUCIONAL
OOAD AGUASCALIENTES


DR. JAIME AZUELA CANTUNA
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE EDUCACIÓN EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES


DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES


DRA. ELIZABETH GUADALUPE HERNÁNDEZ INFANTE
COORDINADORA CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3 IMSS


DR. ROMAN SANCHEZ MACIEL
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA DE URGENCIAS
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3 IMSS



CARTA DE CONCLUSIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, A 20 DE MAYO DE 2025

DR. SERGIO RAMIREZ GONZALEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de MEDICINA DE URGENCIAS del Hospital General de Zona No. 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. KARLA FABIOLA ANGUIANO GUZMÁN

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

"NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNOSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACION CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES".

Con Número de Registro **R-2025-101-080** del Comité Local de Ética en Investigación No. 1018 y el comité de Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS.**

La **DRA. KARLA FABIOLA ANGUIANO GUZMAN**, asistió a las asesorías correspondientes con su director de tesis y realizó las actividades para la realización del protocolo de investigación, con apego al plan de trabajo, dando cumplimiento a la normalidad de investigación vigente en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Sin otro particular, agradezco a usted su atención, enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE:

DR. CARLOS ALBERTO PRADO ÁGUILAR
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

DICTAMEN DE APROBACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 101
H. GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS 17 CI 01 001 038

Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 01 CEI 001 2018082

FECHA Viernes, 16 de mayo de 2025

Doctor (a) Dalila Balderas Vazquez

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título "**NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNÓSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES**" que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2025-101-080

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE



Doctor (a) **CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO**
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 101

DICTAMEN DE APROBACIÓN COMITÉ DE ÉTICA

Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación 1018.
H. GRAL. ZONA NUM 1

Registro COLEÉHIS 17 CI 01 001 038

Registro CONBICÉTICA CONBIOÉTICA 01 CEI 001 2018082

FECHA Lunes, 12 de mayo de 2025

Doctor (a) Dalila Balderas Vazquez

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título "**NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNÓSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES**" que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE



Doctor (a) **AGUILAR MERCADO VIRGINIA VERÓNICA**
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 1018



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 18/08/25

NOMBRE: ANGUIANO GUZMAN KARLA FABIOLA **ID** 345425

ESPECIALIDAD: EN URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS **LGAC (del posgrado):** ATENCIÓN INICIAL EN URGENCIAS MEDICAS Y PROCEDIMIENTOS CLINICOS

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico

TITULO: NIVEL DE CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNOSTICO DE NEUMONIA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACION CON LA MORTALIDAD EN HG23 AGUASCALIENTES

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): NIVEL DE CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO MODIFICADO, PREDICTOR DE MORTALIDAD EN PACIENTES CON NEUMONIA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conahcyt actualizado
- NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Si X
No _____

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

DEDICATORIA

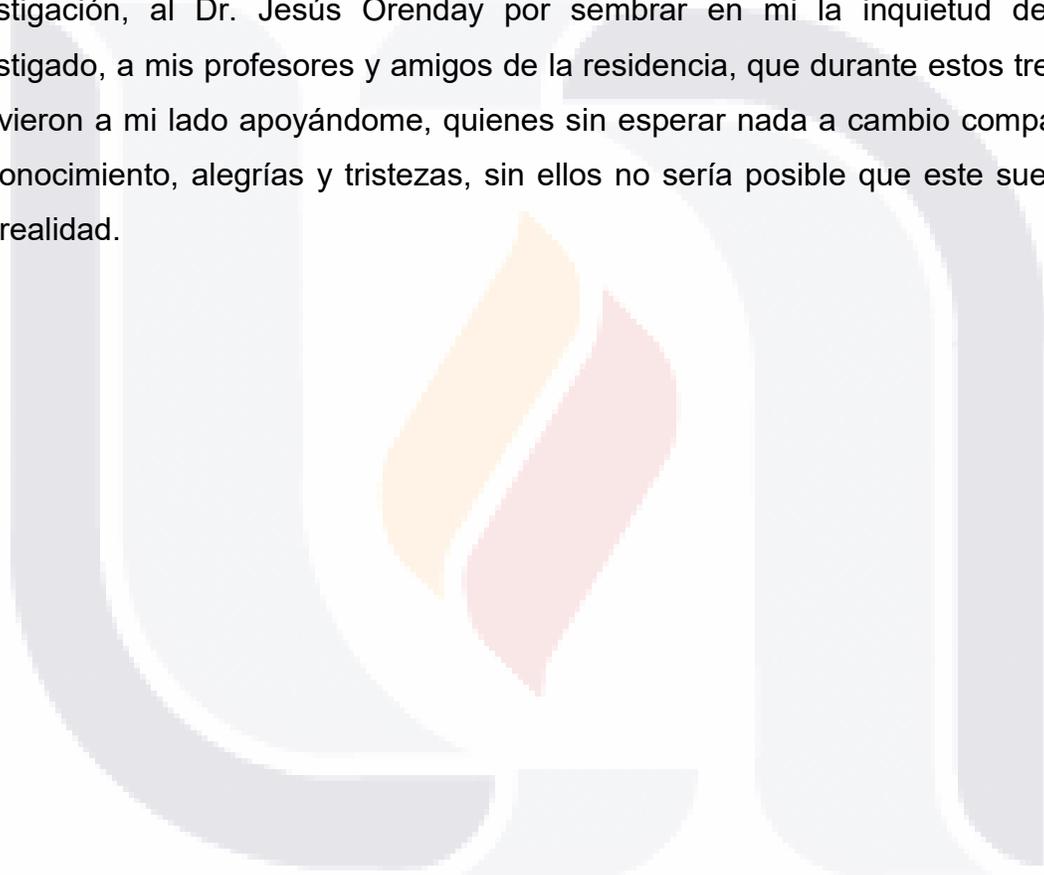
La presente tesis está dedicada a mi hija y mi esposo. A mi hija Tessa Negrete Anguiano †, sin duda ella es lo mejor que me ha pasado. Contigo en mi vientre recorrí los pasillos del hospital, superamos día a día cada guardia, cada obstáculo resultando en valiosas vidas salvadas, tú mi amada hija me enseñaste a no rendirme y seguir adelante, tu ausencia duele mucho, quizás ya no pueda llevarte en mis brazos pero siempre te llevo en mi corazón.

A mi amado esposo David Fabián Negrete Gómez por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, gracias por ser un pilar de fortaleza, paciencia, comprensión y amor. Tu presencia en mi vida es un regalo invaluable de Dios.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres Teresa y Carlos que han sabido formarme con buenos sentimientos, valores y hábitos, lo cual me ha brindado las herramientas en esta vida para seguir adelante en el ámbito profesional y personal, a mis hermanas Yadira, Teresa e Ivette por ser mis amigas y compañeras de vida que me han regalado momentos dichosos. Mi gratitud a la Dra. Dalila Balderas por ser la guía en esta investigación, al Dr. Jesús Orenday por sembrar en mi la inquietud del tema investigado, a mis profesores y amigos de la residencia, que durante estos tres años estuvieron a mi lado apoyándome, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, sin ellos no sería posible que este sueño sea una realidad.



INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 6

2. MARCO TEÓRICO 7

 2.1. Estrategias de búsqueda de información..... 7

 2.2. Antecedentes Científicos 10

 2.3. Antecedentes generales 14

 2.4. Marco conceptual..... 15

 2.5. PSI como escala pronóstica..... 16

 2.6. Generalidades de la Neumonía adquirida en la comunidad..... 17

 2.7. Auxiliares diagnósticos y biomarcadores útiles en neumonía 20

3. JUSTIFICACIÓN 25

 3.1. Magnitud. 25

 3.2. Trascendencia. 25

 3.3. Vulnerabilidad. 25

 3.4. Factibilidad..... 25

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 27

 4.1. Pregunta de investigación 30

5. OBJETIVOS 30

 5.1. Objetivo general 30

 5.2. Objetivos específicos 30

6. HIPÓTESIS 31

 6.1. Hipótesis nula 31

 6.2. Hipótesis alternativa..... 31

7. MATERIAL Y MÉTODOS 31

 7.1. Tipo de investigación 31

7.2.	Diseño de investigación	31
7.3.	Universo de estudio	31
7.4.	Población de estudio.....	32
7.5.	Tipo de muestreo y tamaño de la muestra.....	32
7.6.	Criterios de selección.....	33
7.7.	Variables de estudio.....	35
7.8.	Operacionalización de variables	35
7.9.	Procedimiento	38
7.10.	Análisis estadístico	39
7.11.	Reproductibilidad y validez de los métodos e instrumentos de medición	39
7.12.	Métodos para el control y calidad de los datos.....	40
7.13.	Instrumento de recolección de datos:.....	41
7.14.	Consideraciones éticas	42
7.15.	Recursos, financiamiento y factibilidad.....	45
7.16.	Cronograma	46
8.	RESULTADOS.....	48
8.1.	Variables sociodemográficas	49
8.2.	Variables clínicas	50
8.3.	Variables terapéuticas.....	54
8.4.	Análisis inferencial	55
8.5.	Estimaciones de riesgo (or)	56
9.	DISCUSIÓN	58
10.	CONSLUSIONES	61
11.	GLOSARIO.....	62
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	64

13. ANEXOS.....	69
ANEXO A. Solicitud de excepción de la carta de consentimiento informado	69
ANEXO B. Carta de no inconveniente	69
ANEXO C. Manual operacional (Hoja de recolección de datos).....	71
ANEXO D. Hoja de recolección de datos	74
ANEXO E. Pneumonía severity Index.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pruebas de normalidad de la variable edad	49
Tabla 2. Variables sociodemográficas.....	49
Tabla 3. Comorbilidades.....	51
Tabla 4. Variables clínicas.....	54
Tabla 5. Variables terapéuticas. Tipo de antimicrobiano empleado	55
Tabla 6. Área bajo la curva ROC VO2Max-mortalidad.....	56
Tabla 7. Estimaciones de riesgo para mortalidad.....	57

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución de la edad	48
Gráfica 2. Principales comorbilidades entre pacientes fallecidos y sobrevivientes	52
Gráfica 3. <i>Curva ROC</i> VO2Max-mortalidad.....	56

RESUMEN

Antecedentes: La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) es una de las principales causas de hospitalización y mortalidad en adultos a nivel mundial. La estratificación pronóstica se apoya en escalas clínicas como PSI o CURB-65, pero existe interés creciente en parámetros funcionales como el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), que refleja la capacidad cardiorrespiratoria y podría asociarse a desenlaces adversos. Sin embargo, hay poca evidencia sobre su valor pronóstico en NAC en población mexicana. **Objetivo:** Determinar el nivel de VO_2 máx modificado en pacientes adultos hospitalizados por NAC y su relación con la mortalidad intrahospitalaria en el Hospital General de Zona No. 3 de Aguascalientes. **Material y métodos:** Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, retrospectivo y analítico de cohorte. Se revisaron expedientes de pacientes adultos con diagnóstico de NAC, registrando datos sociodemográficos, clínicos, terapéuticos y de laboratorio. El VO_2 máx modificado se calculó a partir de la frecuencia cardíaca y la edad mediante fórmula validada. Los datos se analizaron con estadística descriptiva e inferencial, incluyendo pruebas de asociación y cálculo de odds ratio (OR) con IC95%. **Resultados:** Se incluyó a 186 pacientes, con edad media de 72 años y predominio masculino del 52%. La mortalidad global fue del 18.8%. El VO_2 máx medio fue significativamente menor en los pacientes fallecidos (12.5 ± 2.1 ml/kg/min) que en los sobrevivientes (14.8 ± 2.4 ml/kg/min; $p < 0.001$). Un VO_2 máx < 13 ml/kg/min se asoció a mayor riesgo de muerte (OR 3.2; IC95%: 1.6–6.5; $p = 0.001$). La AUC para VO_2 máx fue de 0.448, lo que indica baja capacidad discriminativa global, aunque el punto de corte mantuvo significancia en análisis bivariado. Otros factores asociados a mortalidad fueron mayor edad, clase alta en escala PSI y comorbilidades cardiovasculares. **Conclusiones:** En esta cohorte, un VO_2 máx modificado reducido se asoció de forma significativa con mayor mortalidad intrahospitalaria por NAC. Estos hallazgos sugieren que el VO_2 máx podría ser un marcador complementario en la estratificación de riesgo, aunque se requieren estudios prospectivos y análisis multivariados para confirmar su utilidad pronóstica.

Palabras clave: VO_2 máx, neumonía adquirida en la comunidad, mortalidad.

ABSTRACT

Background: Community-acquired pneumonia (CAP) is one of the leading causes of hospitalization and mortality in adults worldwide. Prognostic stratification is based on clinical scores such as PSI or CURB-65, but there is growing interest in functional parameters such as maximum oxygen consumption (VO_2 max), which reflects cardiorespiratory fitness and could be associated with adverse outcomes. However, there is little evidence on its prognostic value in CAP in the Mexican population.

Objective: To determine the modified VO_2 max level in adult patients hospitalized with CAP and its relationship with in-hospital mortality at General Hospital of Zone No. 3 of Aguascalientes. **Material and methods:** A quantitative, observational, retrospective, and analytical cohort study was conducted. The records of adult patients diagnosed with CAP were reviewed, recording sociodemographic, clinical, therapeutic, and laboratory data. Modified VO_2 max was calculated from heart rate and age using a validated formula. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics, including association tests and calculation of odds ratios (OR) with 95% CI. **Results:** A total of 186 patients were included, with a mean age of 72 years and a 52% male predominance. Overall mortality was 18.8%. Mean VO_2 max was significantly lower in deceased patients (12.5 ± 2.1 ml/kg/min) than in survivors (14.8 ± 2.4 ml/kg/min; $p < 0.001$). A VO_2 max < 13 ml/kg/min was associated with a higher risk of death (OR 3.2; 95% CI: 1.6–6.5; $p = 0.001$). The AUC for VO_2 max was 0.448, indicating low overall discriminatory capacity, although the cutoff remained significant in bivariate analysis. Other factors associated with mortality included older age, higher PSI class, and cardiovascular comorbidities. **Conclusions:** In this cohort, a reduced modified VO_2 max was significantly associated with higher in-hospital mortality due to CAP. These findings suggest that VO_2 max could be a complementary marker in risk stratification, although prospective studies and multivariate analyses are required to confirm its prognostic utility.

Keywords: VO_2 max, community-acquired pneumonia, mortality.

1. INTRODUCCIÓN

La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) continúa representando un importante problema de salud pública a nivel mundial, siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en adultos, particularmente en pacientes con comorbilidades o en edades avanzadas. En México, esta patología no solo genera una elevada carga asistencial en los servicios de urgencias y hospitalización, sino que también constituye un factor determinante en el desarrollo de sepsis y choque séptico, condiciones que incrementan significativamente el riesgo de muerte y los costos en salud. La identificación temprana de pacientes con mayor probabilidad de desenlaces desfavorables es esencial para optimizar la atención, priorizar recursos y establecer estrategias terapéuticas oportunas y dirigidas. En este contexto, la evaluación de parámetros fisiológicos que reflejen el estado funcional del paciente, como el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), adquiere especial relevancia. El VO_2 máx, tradicionalmente utilizado en la valoración del rendimiento cardiorrespiratorio, ha mostrado utilidad potencial como indicador pronóstico en diversas condiciones críticas, ya que refleja de manera integrada la capacidad del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico para responder a situaciones de estrés. Sin embargo, la mayoría de la evidencia disponible sobre su valor pronóstico se ha generado en poblaciones distintas a los pacientes con NAC, o bien en contextos como unidades de cuidados intensivos con enfoques orientados a la reanimación y no a la predicción de mortalidad en fases tempranas de la enfermedad. En México y en particular en el contexto hospitalario del HGZ3 Aguascalientes, existe una carencia de estudios que determinen el nivel promedio de VO_2 máx en pacientes adultos con NAC y que exploren su relación con la mortalidad, lo que limita la posibilidad de utilizar esta herramienta como un marcador complementario en la estratificación de riesgo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estrategias de búsqueda de información.

Se diseñó una estrategia de búsqueda sistemática en PubMed con el objetivo de identificar artículos relevantes sobre VO2MAX en neumonía adquirida en la comunidad, además de su relación con la mortalidad. A continuación se describen los términos utilizados y sus sinónimos y combinaciones empleadas:

RELATION[MeSH Major Topic]. Se recuperaron 205,900 artículos que incluyen el término "Relation", priorizando estudios centrados en el término relación y sus sinónimos.

"VO2MAX"[Title]. Esta búsqueda arrojó 730 resultados y fue diseñada para capturar artículos que mencionan en el título, conceptos clave relacionados con el nivel de consumo de oxígeno VO2MAX.

Maximal oxygen uptake [Text Word]. Se incluyó el término "maximal oxygen uptake" como palabra clave general (Text Word), obteniendo 5865 resultados que abarcan cualquier parte del texto, incluyendo título, resumen y cuerpo del artículo.

PNEUMONIA [Text Word]. Se orientó a encontrar estudios que informan sobre neumonía, recuperando 244,296 publicaciones.

Community acquired pneumonia [Text Word]. Se incluyó el término "community acquired pneumonia" como palabra clave general (Text Word), obteniendo 13,411 resultados.

MORTALITY [MeSH Major Topic]. Se incluyó el término "mortality" término clave que destaca la importancia específica del concepto dentro de los artículos indexados, con un resultado de 74,948.

Death [MeSH Major Topic]. De la misma forma se realizó la búsqueda con el término "death" como sinónimo de mortalidad, encontrando 76,475 publicaciones.

(((((VO2MAX[Title]) OR (PNEUMONIA[Text Word]))) AND (RELATION[MeSH Major Topic]))) AND (MORTALITY[MeSH Major Topic])) OR (death[MeSH Major Topic]) AND

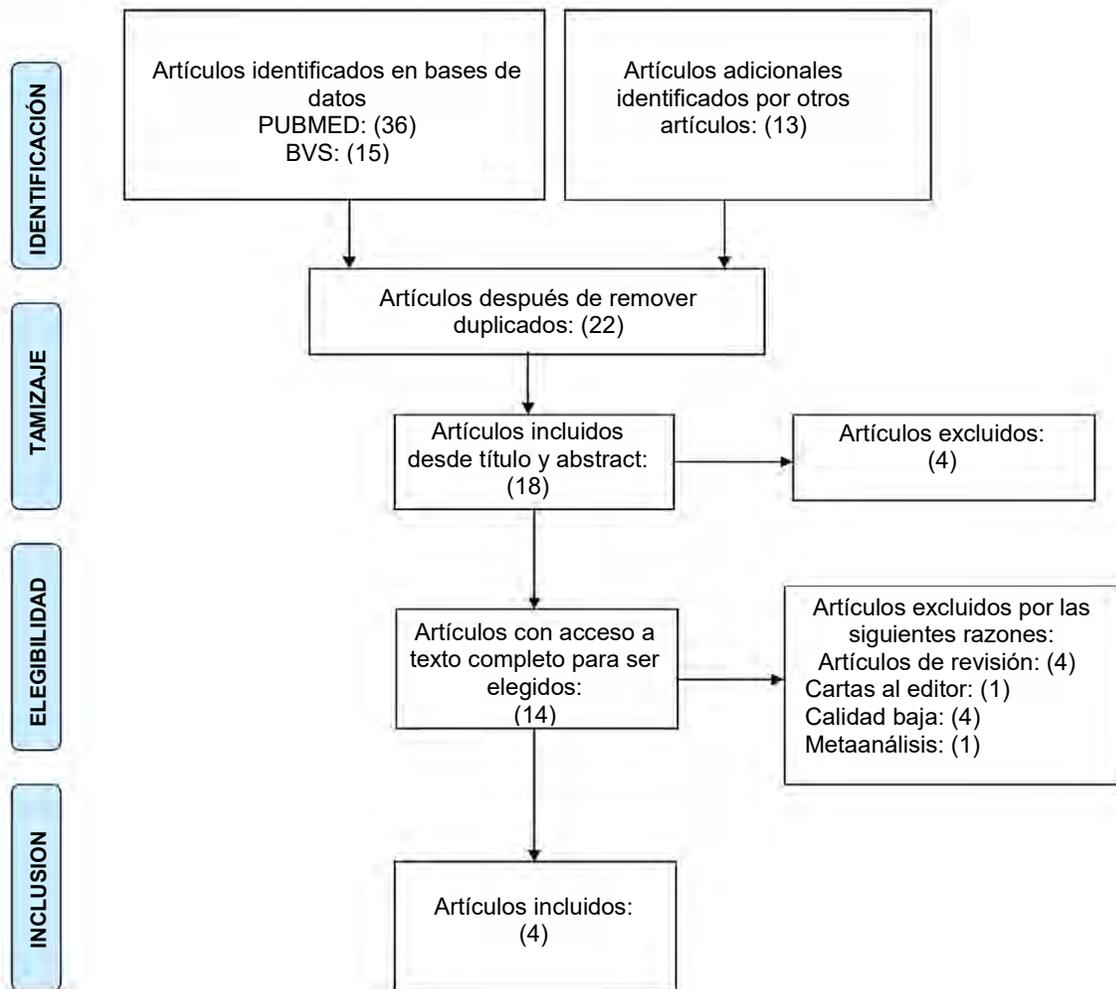
(community acquired pneumonia[Text Word])) AND (PNEUMONIA[Text Word]). Esta combinación específica buscó artículos que aborden simultáneamente el VO2MAX, la neumonia o neumonia adquirida en la comunidad y su relación con la mortalidad o muerte, recuperando 1 resultado en el momento de la consulta, lo cual sugiere escasa literatura directamente enfocada en VO2MAX y neumonia.

Search	Query	Results
#1	Search: RELATION[MeSH Major Topic]	205,900
#2	Search: VO2MAX[Title] "VO2MAX"[Title]	730
#3	Search: maximal oxygen uptake[Text Word]	5,865
#4	Search: PNEUMONIA[Text Word]	244,296
#5	Search: community acquired pneumonia[Text Word]	13,411
#6	Search: MORTALITY[MeSH Major Topic]	74,948
#7	Search: death[MeSH Major Topic]	76,475
#8	Search: ((((((VO2MAX[Title]) OR (PNEUMONIA[Text Word])) AND (RELATION[MeSH Major Topic])) AND (MORTALITY[MeSH Major Topic])) OR (death[MeSH Major Topic])) AND (community acquired pneumonia[Text Word])) AND (PNEUMONIA[Text Word])	1

Se incluyen 4 artículos que hablan, de sepsis (2) que incluye neumonía, Vo2 y mortalidad que se incluyen. 2 que habla neumonía y mortalidad donde incluyen laboratorios o índices clínicos los cuáles toman Consumo de oxígeno. A partir de los filtros mencionados se identificaron 36 artículos relacionados con nuestra investigación

de los cuales, posterior a la revisión y escrutinio de estos se incluyeron 4 artículos como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 1. Diagrama de flujo de selección de artículos.



2.2. Antecedentes Científicos

Si bien la literatura que aborda en específico la asociación del Vo2 máx y la neumonía es limitada, varios autores han descrito estas variables de forma indirecta, además de que hablar sobre neumonía adquirida en la comunidad (NAC) y su relación con mortalidad, sólo algunos autores consideran factores que indirectamente afectan el VO₂ máx como se muestra a continuación.

Por ejemplo, Pedraza Montenegro, Monares y colaboradores en el año (2017) realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar el umbral útil como marcador pronóstico del consumo máximo de oxígeno estimado en los pacientes con sepsis y choque séptico, este fue un estudio de cohorte prospectivo y longitudinal que comparó el VO₂ máx determinando un punto de corte con relación a mortalidad a través de la curva ROC. Dicho estudio describió a la neumonía como principal causa de sepsis determinando un punto de corte de 25 mL/Kg/min con una sensibilidad de 70 % y especificidad de 70 % y un riesgo relativo de 0.4 para mortalidad representándose como un factor protector para mortalidad y concluyendo que el VO₂ máx podría ser una herramienta útil para identificar a pacientes con una adecuada reanimación, esto sugiere que valores inferiores al punto de corte podrían relacionarse con un peor pronóstico (1).

Asimismo, Báez-Saldaña y colaboradores (2020) realizó un estudio donde los antecedentes son: Existe escasa información sobre variables predictoras para mortalidad por neumonía en población mexicana. Objetivo: Identificar un modelo de variables predictoras para mortalidad en adultos hospitalizados por neumonía adquirida en la comunidad (NAC). Método: Estudio de casos y controles de pacientes hospitalizados por NAC. Los casos fueron pacientes con NAC que fallecieron durante la hospitalización y los controles fueron pacientes que no fallecieron. Los pacientes se siguieron durante el tiempo de estudio hasta el egreso o el desenlace de cada uno. La asociación entre las variables independientes (clínicas, índices de gravedad para neumonía) con la variable desenlace (muerte hospitalaria) se evaluó mediante regresión logística. Resultados: Las variables asociadas a mortalidad fueron la edad estratificada de 50-70 años (odds ratio [OR]: 2.35; intervalo de confianza del 95% [IC

95%]: 1.06-5.17) y > 70 años (OR: 2.75; IC 95%: 1.18-6.37), ser mujer (OR: 2.05; IC 95%: 1.11-3.8), antecedente de hipertensión arterial (OR: 0.40; IC 95%: 0.20-0.80), taquicardia (OR: 2.68; IC 95%: 1.16-6.17), taquipnea (OR: 2.85; IC 95%: 1.54-5.29), leucocitos \geq 12,000 (OR: 2.17; IC 95%: 1.21-3.87) y nitrógeno de la urea >30 mg/dl (OR: 4.85; IC 95%: 2.55-9.24). Conclusiones: El modelo de riesgo que se propone es fácil de documentar con la historia clínica y las pruebas de laboratorio habituales (2).

En otro estudio realizado por Zan YM, Zheng TP, Wang Y, y otros colaboradores en el año (2023), cuyo Objetivo fueron que debido al aumento de la morbilidad, la mortalidad y el coste de la neumonía adquirida en la comunidad (NAC) en personas mayores, es imperativo aplicar estrategias dirigidas a mejorar la evaluación y la prevención de la enfermedad. Se comparó de forma independiente la capacidad de predicción de la mortalidad hospitalaria a 30 días de un índice de fragilidad basado en datos de laboratorio (FI-Lab, aquí entro el consumo oxígeno) con la del CURB-65 y el Índice de Gravedad de la Neumonía (PSI) y, a continuación, se propuso combinarlos para mejorar aún más la eficacia de la predicción. Diseño: Estudio de cohortes retrospectivo. Entorno y participantes: Pacientes de \geq 65 años (n = 2039) con NAC que ingresaron en el Hospital Popular Provincial de Jiangsu de la Universidad Médica de Nanjing y en el Hospital Provincial de Medicina China de Jiangsu entre enero de 2019 y junio de 2022.

Medidas: El FI-Lab de 29 ítems, PSI y, CURB-65 se administraron al ingreso. Definimos fragilidad por el valor de corte de la puntuación FI-Lab (> 0,43). Se realizó un análisis de regresión logística multivariable, junto con el cálculo del área bajo la curva receiver operating characteristic (ROC-AUC), para identificar los riesgos estratificados y las relaciones entre los tres índices y la mortalidad a 30 días. Los participantes se dividieron en los tres grupos siguientes en función de la edad: 65-74 años, 75-84 años y \geq 85 años. Se calcularon las razones de riesgo (HR) y los intervalos de confianza (IC) del 95% para la mortalidad debida a la fragilidad.

Resultados: Un total de 495 participantes con edades comprendidas entre 65 y 100 años fueron finalmente incluidos y divididos en grupos de edad (65-74 años, n = 190,

38,4%; 75-84 años, n = 183, 37,0%; ≥ 85 años, n = 122, 24,6%). Un total de 142 (28,7%) de los 495 pacientes fueron definidos como frágiles. Las tres puntuaciones evaluadas en este estudio se asociaron significativamente con la mortalidad a 30 días en la muestra total. Las OR fueron las siguientes 1,06 (IC 95%: 1,03-1,09, P < 0,001) y 2,33 (IC 95%: 1,26-4,31, P = 0,007) para el FI-Lab cuando la puntuación se trató como una variable continua y categórica, respectivamente; 1,04 (IC 95%: 1,02-1,05, P < 0,001) para el PSI; y 3,70 (IC 95%: 2,48-5,50, P < 0,001) para el CURB-65. En la muestra total, los ROC-AUC fueron de 0,783 (IC 95%: 0,744-0,819) para el FI-Lab, 0,812 (IC 95%: 0,775-0,845) para el PSI y 0,799 (IC 95%: 0,761-0,834) para el CURB-65 (P < 0,001). El ROC-AUC mejoró ligeramente cuando se añadió el FI-Lab al PSI (AUC 0,850; IC 95%: 0,809-0,892; P = 0,031) y al CURB-65 (AUC 0,839; IC 95%: 0,794-0,885; P = 0,002). Los pacientes mayores con fragilidad mostraron un mayor riesgo de mortalidad intrahospitalaria, con un-HR de 2,25 (IC 95%: 1,14-3,58; P < 0,001). Conclusiones e implicaciones: El FI-Lab parece generar datos sencillos y fácilmente disponibles, lo que sugiere que podría ser un complemento útil al CURB-65 y al PSI como predictores eficaces de mortalidad a 30 días por NAC en poblaciones de edad avanzada (3).

Otro ejemplo es el estudio realizado por Quezada Rentería y colaboradores en el año (2023), cuyo el choque séptico es un estado de desbalance entre el aporte y la demanda de oxígeno en el organismo, la desregulación aumenta el daño celular progresivo que termina en la falla orgánica múltiple; conocer y utilizar maniobras preventivas permite evitar el daño posterior. El transporte de oxígeno presenta tanto el componente de aporte (DO₂) y la tasa de consumo de éste (VO₂). La disponibilidad baja de oxígeno se denomina disoxia, y su expresión clínica es la presencia de disfunción multiorgánica. Se puede deber a un aporte de oxígeno inadecuado o bien a un defecto en la utilización de oxígeno en las mitocondrias, la cual se denomina hipoxia citopática. El VO₂máx (consumo máximo de oxígeno) es la capacidad de transportar y consumir oxígeno durante un evento de estrés y puede ser una herramienta útil para detectar de manera temprana pacientes con mayor gravedad en su enfermedad (incluyendo neumonía). Objetivo: determinar el consumo máximo de oxígeno (VO₂) en

pacientes con criterios de choque séptico hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) como predictor de mortalidad. Material y métodos: estudio análisis de cohorte prospectivo unicéntrico y descriptivo, se incluyeron pacientes con diagnóstico de choque séptico los cuales ingresaron a la UCI durante diciembre del 2021-junio de 2022, se estudiaron las variables de riesgo de mortalidad, motivo de egreso de UCI, escala de evaluación de fallo orgánico secuencial (SOFA), escala de evaluación de enfermedades graves y crónicas (APACHE), $VO_2máx$ por fórmula de Niels Uth $VO_2máx = 15 \times (\text{frecuencia cardiaca máxima para la edad/frecuencia cardiaca basal})$. El tamaño de la muestra se calculó con fórmula de proporción esperada con una muestra de $n = 80$. Al momento del ingreso se identificó la frecuencia cardiaca para calcular el $VO_2máx$ con base en la fórmula de $VO_2máx = 15 \times (\text{frecuencia cardiaca máxima para la edad/frecuencia cardiaca basal})$, posteriormente se calcularon las escalas de mortalidad de SOFA y APACHE II y después se realizó valoración de seguimiento a las 12 horas desde el diagnóstico de choque séptico, calculando el $VO_2máx$ y se realizó seguimiento de su desenlace al egreso. Resultados: se realizó un análisis completo con el empleo del paquete estadístico SPSS 22.0.0. Se dividió en dos grupos para su análisis. Un grupo integrado por los pacientes que sobrevivieron y fueron egresados por mejoría y el otro integrado por los pacientes que fallecieron. En el análisis del $VO_2máx$ a las 12 horas se dividió en dos grupos de riesgo usando como punto de cohorte 19 mL/ kg/min. Se encontró diferencia estadística significativa con una p de 0.001, de los pacientes que se encuentran dentro del grupo de bajo riesgo se egresaron por mejoría 44 equivalente a 100% de los pacientes de este grupo, y de los pacientes que se encontraban en el grupo de alto riesgo a las 12 horas, se obtuvo un egreso por mejoría equivalente a 2.3% y 42 pacientes egresados por defunción equivalente a 97.7% de los pacientes en el grupo de alto riesgo. Con una diferencia de riesgo de 47% de riesgo de defunción al mantener un $VO_2máx$ abajo de 19 mL/kg/min a las 12 horas y un $VO_2máx$ arriba de 19 mL/kg/h tiene una diferencia de riesgo de 51% para la supervivencia de los pacientes, con una sensibilidad de 100% y una especificidad de 76% con un RR de 0.74 con una p de 0.001. Conclusión: el $VO_2máx$ podría ser una herramienta útil para identificar a los pacientes con una adecuada

reanimación. Este estudio sugiere que el aumento del VO_2 máx a las 12 horas por arriba de 19 mL/kg/min representa una adecuada reanimación con una disminución de la mortalidad del paciente con choque séptico (4).

2.3. Antecedentes generales

El consumo máximo de oxígeno es definido como la cantidad de O_2 que los organismos son capaces de captar, llevar a todo el cuerpo y ser utilizado por unidad de tiempo, o también se le considera la cantidad máxima de oxígeno que las células tienen la posibilidad de absorber. Para la Sociedad Americana de Tórax (ATS) el VO_2 máx, es el momento en que el O_2 aumenta a razón de la elevación del esfuerzo. (5)

En el contexto de las enfermedades graves, existe un aumento en la demanda de oxígeno y el consumo energético, por un aumento del metabolismo en su necesidad de compensar los requerimientos calóricos necesarios durante el proceso de enfermedad, cuando las células no cuentan con el oxígeno suficiente continúan su metabolismo por la vía anaerobia produciendo efectos en el pH corporal y empeorando el pronóstico.

En los pacientes en estado grave, se ha observado un aumento de la mortalidad cuanto menor es su VO_2 . Una forma simple de aumentar el VO_2 es incrementando el aporte de oxígeno, sin embargo, a pesar de que algunos investigadores intentaron incrementar el VO_2 aumentando el aporte de oxígeno en pacientes de unidades de cuidados intensivos, en algunos pacientes esto no dio resultado (6).

En la neumonía, la inflamación del parénquima pulmonar puede deteriorar el proceso de hematosis, lo cual a pesar de un adecuado suministro de oxígeno podría alterar el consumo máximo de oxígeno y de esta manera influir en un peor pronóstico. Incluso se ha descrito que una fracción inspiratoria de oxígeno elevada ocasiona lesión pulmonar progresiva, por lo tanto, en contextos como COVID 19 grave, se observaron mejores resultados con soportes ventilatorios de reclutamiento alveolar como CPAP que con el aumento de la FiO_2 , lo que sugiere que es más relevante la forma en que el paciente procesa el oxígeno, que la cantidad administrada. (8)

2.3.1. Teoría de la Capacidad Fisiológica como Determinante del Pronóstico Clínico

Esta teoría sostiene que la reserva fisiológica, particularmente la capacidad cardiorrespiratoria medida a través del VO_2 máximo, es un determinante clave del pronóstico clínico en enfermedades agudas como la neumonía. Según esta visión, el nivel de VO_2 máx. refleja la capacidad del organismo para tolerar el estrés fisiológico asociado a infecciones graves y a los procesos inflamatorios sistémicos, como ocurre en la NAC. En individuos con mayor VO_2 máx., los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico son más eficientes para satisfacer las demandas aumentadas de oxígeno que ocurren durante episodios críticos. En contraste, un bajo VO_2 máx. limita la respuesta compensatoria ante la hipoxemia y la disfunción orgánica, aumentando el riesgo de mortalidad.

Esta teoría integra conceptos de fisiología del ejercicio, medicina crítica y epidemiología clínica, y es respaldada por estudios que correlacionan baja capacidad funcional con mayor mortalidad en enfermedades infecciosas, cardiovasculares y respiratorias (9).

Lo anterior respalda la teoría de que en la neumonía, la fracción inspiratoria de oxígeno no influye directamente en el pronóstico del paciente sino la manera en que este oxígeno es distribuido y captado por las células periféricas, es decir, el VO_2 max (9).

2.4. Marco conceptual

Definición de neumonía adquirida en la comunidad. La neumonía es la infección aguda del parénquima pulmonar, que está asociada con al menos algunos síntomas de infección como: fiebre, tos, expectoración purulenta, disnea, acompañado por la presencia de un infiltrado nuevo en la radiografía de tórax o hallazgos auscultatorios consistentes con neumonía tales como: estertores localizados.

Criterios clínicos: tos, producción de esputo purulento o cambio en las características del esputo, temperatura $>38^{\circ}\text{C}$ ó $<36^{\circ}\text{C}$, hallazgos en el examen físico compatibles con consolidación, disnea, taquipnea o hipoxemia.

Criterios de laboratorio: leucocitosis más de 10 000/uL o $>15\%$ de cayados, proteína C reactiva más de 3 veces sobre el límite superior del rango normal.

Criterios de imagen: nuevo infiltrado o empeoramiento de un infiltrado ya existente en radiografía o Tomografía de Tórax

La neumonía adquirida en la comunidad se refiere a aquellos pacientes que cumplen con los criterios clínicos o paraclínicos de neumonía y además presentan menos de 24 horas desde su ingreso o contacto con los servicios de salud, por lo que se atribuye el periodo de infección como extrahospitalario. (9)

Definición de consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). El consumo máximo de oxígeno, conocido como VO_2 máx, se refiere a la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir durante un período determinado. Es una medida que indica la capacidad aeróbica máxima de una persona y refleja la eficiencia del sistema cardiovascular y respiratorio durante actividades físicas intensas y recientemente se encuentra en investigación su asociación con la supervivencia, mortalidad y riesgo cardiovascular (10).

2.5. PSI como escala pronóstica

El PSI se desarrolló originalmente como parte del proyecto del Equipo de investigación de resultados del paciente de neumonía (PORT), con el objetivo de derivar una regla de predicción aplicable clínicamente para la mortalidad a corto plazo entre pacientes con NAC. Sus variables incluyen 3 características demográficas (edad, sexo y residencia de ancianos tipo asilo), 5 enfermedades coexistentes (enfermedad neoplásica activa, insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad cerebrovascular, enfermedad renal y enfermedad hepática), 5 hallazgos del examen físico (frecuencia del pulso, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica, temperatura y estado mental), 6 mediciones de laboratorio (nitrógeno ureico en sangre, niveles de glucosa,

hematocrito y sodio; presión arterial parcial de oxígeno; y pH arterial) y 1 hallazgo radiográfico (Derrame pleural). (11)

De acuerdo con el puntaje obtenido se clasifican los pacientes de la siguiente manera: ≤ 70 (Clase II), 71-90 (Clase III), 91-130 (Clase IV), >130 (Clase V), su utilidad radica en que los individuos con grados I, II y III pueden atenderse de manera ambulatoria con seguridad relativa, sin embargo, aquellos con riesgo IV y V deben ser ingresados al momento de la evaluación por parte del personal médico debido a su alto riesgo de mortalidad (11)

2.6. Generalidades de la Neumonía adquirida en la comunidad

La neumonía es la inflamación e infección del tejido del parénquima pulmonar, generalmente causada por microorganismos como bacterias, virus y hongos (12, 13). La neumonía adquirida en la comunidad (NAC) es común, con más de 1,5 millones de adultos hospitalizados anualmente y es la causa infecciosa de muerte más común en los Estados Unidos (EE. UU.) (14). Es una causa importante de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo, y particularmente en los países subdesarrollados (15).

Un estudio en América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Venezuela) reportó una incidencia de NAC que varía entre 32,6 y 80,4/10.000 personas-año en una población mayor de 50 años. Para analizar adecuadamente estos datos es importante tener en cuenta que la incidencia clínica real de NAC es difícil de determinar debido a las diferencias en la notificación y la selección de casos de los estudios epidemiológicos (16). La NAC es una de las enfermedades infecciosas más comunes que requieren hospitalización y en su forma grave (NACG) representa la más crítica, en el 17-21% de los pacientes con NAC hospitalizados (17).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las infecciones del tracto respiratorio inferior son la principal causa infecciosa de muerte en todo el mundo y representan el 6,1% de las muertes. El estudio sobre la carga mundial de enfermedades de 2016 mostró que las muertes por infecciones del tracto respiratorio bajo disminuyeron tanto en el número total de muertes en un 8,2 % (95 % UI, - 12,4, -

3,9) como en las tasas estandarizadas por edad en un 22,4 % (95 % UI, - 25,3 , - 18,9), de 2006 a 2016 **(16)**.

En Europa, la mortalidad por NAC varía ampliamente, desde menos del 1% hasta el 48%; las tasas de hospitalización oscilan entre el 22% y el 42%. En EE. UU., es la quinta causa de muerte en personas de 65 años o más. Además, la carga económica para las personas con NAC es alta **(18)**. Además, es la tercera causa de muerte en países desarrollados y la cuarta en los países en vías de desarrollo. Análisis recientes de mortalidad por NAC en México sugieren que las intervenciones para mejorar el control de la enfermedad han sido insuficientes **(19)**.

Por si fuera poco, el tratamiento hospitalario cuesta más de 20 veces el costo de la atención comunitaria, y el aumento del costo y la morbilidad están directamente asociados con la duración de la estadía hospitalaria (LOS) **(20)**.

Aunque los criterios de diagnóstico de NAC parecen relativamente sencillos, hacer el diagnóstico correcto puede resultar difícil **(21)**. Se requiere una anamnesis y un examen físico minuciosos con especial atención a la frecuencia respiratoria y la temperatura central reales, así como una interpretación cuidadosa de las radiografías de tórax. Esta precaución es especialmente cierta en los ancianos. El diagnóstico clínico de NAC se realiza sobre la base de síntomas respiratorios como tos, producción de esputo, disnea, dolor torácico, signos de fiebre e hipoxemia, así como un infiltrado en las imágenes de tórax **(22)**.

En subgrupos de pacientes como en personas de edad avanzada, la presentación clínica puede tener síntomas clásicos menos evidentes (puede presentarse con alteración del estado de conciencia, malestar gastrointestinal y puede estar ausente fiebre) retrasando frecuentemente el diagnóstico **(23)**.

A pesar de que la mayoría de los episodios de NAC son causados por pocos microorganismos, se reconocen varias bacterias, virus y hongos como causas de NAC, con serotipos de neumococos de mayor número, otros estreptococos, Staphylococcus aureus, Haemophilus influenzae (presumiblemente tipo b) o bacilos gramnegativos (Klebsiella y E. coli) implicados en entre el 20% y el 40% de los casos. Generalmente

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

se encontró un organismo causante; en una serie grande, se determinó una presunta etiología bacteriana en el 98% de los casos. Sin embargo, ahora se estaban considerando otras etiologías para la neumonía adquirida en la comunidad, incluidas la influenza y los adenovirus, los llamados organismos “atípicos”, al principio Mycoplasma y Coxiella burnetii, pero luego Legionella y, a principios de la década de 1980, Chlamydia pneumoniae (24).

Sin embargo, incluso cuando se realizaron estudios prospectivos, menos de la mitad de los pacientes que presentaban NAC tenían un diagnóstico microbiológico. Se encuentran variaciones importantes según la gravedad del paciente y las herramientas de diagnóstico utilizadas. La aparición de nuevas pruebas de diagnóstico mejoró el reconocimiento de patógenos en comparación con pruebas anteriores, no solo para virus sino también para patógenos bacterianos, permitiendo una terapia dirigida más temprana y una reducción de la escala de antibióticos (16).

La predicción del patógeno probable y el conocimiento de los patrones de susceptibilidad locales es la clave para iniciar la terapia adecuada (IAT). El cumplimiento de las directrices ha mostrado mejores resultados en estudios americanos y europeos. Las directrices adaptadas a los contextos nacionales y regionales son esenciales teniendo en cuenta las diferencias en los factores socioeconómicos, los sistemas de salud, el acceso local a la atención médica, las variaciones en la aparición y susceptibilidad de patógenos. En el mundo en desarrollo faltan datos sobre los patógenos y susceptibilidades comunes de la NAC (23).

Si bien las pautas del American Thoracic Society (ATS) y la Infectious Diseases Society of America (IDSA) (ATS/IDSA) recomiendan la terapia combinada para pacientes con NACG, consideran que un β -lactámico con un macrólido o con una quinolona son opciones comparables, reconociendo alguna ventaja potencial para la combinación de macrólidos. Las últimas directrices europeas han concluido que es preferible una combinación de β -lactámico/macrólido a un β -lactámico combinado con una fluoroquinolona.

La duración del tratamiento de la NAC ha ganado atención en la era de la resistencia antimicrobiana. Las guías internacionales recomiendan un mínimo de cinco días de tratamiento y la interrupción temprana según criterios de estabilidad clínica, pero la información sobre la práctica clínica real es mínima en la literatura. Un Ensayo clínico aleatorizado (ECA) respaldó la terapia de corta duración basada en criterios de estabilidad clínica en pacientes hospitalizados fuera de la UCI sin ningún resultado adverso. Se considera un tratamiento de mayor duración en caso de afectación extrapulmonar, retraso en el establecimiento del diagnóstico etiológico y complicaciones pulmonares (25).

Si bien los médicos han tratado la neumonía durante siglos, cada etapa del proceso de toma de decisiones clínicas todavía plantea desafíos, desde determinar el entorno de atención más apropiado para un paciente con sospecha de neumonía hasta planificar el seguimiento después de completar el tratamiento con antibióticos. A lo largo de los años, los médicos han sido testigos de la llegada de nuevas terapias médicas y respiratorias, así como del desarrollo de resistencia a los antibióticos en el tratamiento de esta infección común (26).

Esto es debido a que, incluso después de un episodio de NAC, persiste un mayor riesgo de muerte durante un período prolongado, un riesgo impulsado principalmente por la inflamación y las comorbilidades relacionadas con el paciente (27). O bien cursa con complicaciones pulmonares y extrapulmonares, que incluyen sepsis, choque séptico, síndrome de dificultad respiratoria aguda y eventos cardíacos agudos, lo que resulta en un aumento significativo de la mortalidad y la necesidad de ingreso en la UCI (27).

2.7. Auxiliares diagnósticos y biomarcadores útiles en neumonía

Actualmente, la radiografía de tórax se ha utilizado ampliamente para determinar la importancia y el pronóstico de la NAC. Los marcadores bioquímicos como la procalcitonina (PCT), la proteína C reactiva (PCR), el factor de necrosis tumoral (TNF) y la interleucina-6 (IL-6) en combinación con la radiografía de tórax

ayudan a especificar los pacientes en riesgo, así como a guiar las decisiones con respecto al lugar de atención (paciente hospitalizado o ambulatorio) (28). Sin embargo, su sensibilidad y especificidad para predecir la gravedad de la NAC son variables y en gran medida insuficientes dadas sus limitaciones (29). Por lo tanto, se necesitan con urgencia biomarcadores adicionales para evaluar la gravedad de la enfermedad y simplificar el proceso de diagnóstico (27).

2.7.1. Escalas para estratificación de riesgo en neumonía

Para dicha labor existen numerosas escalas de valoración de gravedad y riesgo de la NAC como la escala Confusion-Urea-Respiratory rate-Blood pressure-65-years-old (CURB-65), el índice de gravedad de neumonía (Pneumonia Severity Index [PSI]) (7,20) funcionan bien para predecir la mortalidad a 30 días, pero son menos útiles para identificar la NACG que requiere ingreso en la UCI (30).

Estratifica a los individuos con NAC en cinco estratos de riesgo de mortalidad a corto plazo; Las clases I y II indican un riesgo bajo de muerte y pueden tratarse de forma ambulatoria, las clases IV y V indican un riesgo alto de muerte y generalmente deben ser hospitalizados, y la clase III indica un riesgo intermedio. La puntuación PSI tarda mucho en calcularse, por lo que se debate su utilidad en la práctica clínica. Recientemente, la Sociedad Torácica Británica recomendó un sistema que utiliza CURB-65 para estratificar el pronóstico de personas con NAC. Al igual que PSI, CURB-65 divide a las personas con CAP en tres grupos; Las puntuaciones de 0 o 1 sugieren tratamiento ambulatorio, una puntuación de 2 es intermedia y las puntuaciones de 3 a 5 indican la necesidad de hospitalización (6).

Recientemente, el tercer consenso en sepsis (SEPSIS 3) alentó la implementación de la puntuación qSOFA (evaluación rápida de falla orgánica relacionada con la sepsis) en pacientes adultos con sospecha de infección bacteriana aguda para la identificación temprana de aquellos con peor pronóstico (7).

CURB-65 es más fácil de manejar que PSI pero tiene menor sensibilidad para predecir la mortalidad. Además, la especificidad de CURB-65 y PSI es débil (31). Por este

tesis tesis tesis tesis tesis

motivo, se han propuesto sistemas de puntuación alternativos que se centran más en la disfunción orgánica. Los criterios IDSA/ATS 2007 predicen tanto la mortalidad como las necesidades futuras de ventilación mecánica y soporte vasopresor como sustituto del ingreso en la UCI. Es posible simplificar estos criterios con la eliminación de disfunciones de órganos menos comunes sin perder precisión pronóstica (30). Sin embargo, ninguna puntuación evalúa la respuesta inflamatoria del huésped, que actualmente se considera un aspecto crítico en el pronóstico de los individuos con NAC.

2.7.2. Consumo máximo de Oxígeno modificado (Vo2 Max)

El consumo de oxígeno (Vo2) está determinado por el suministro de oxígeno (Do2), un producto del gasto cardíaco y el contenido de oxígeno de la sangre arterial, y la extracción de oxígeno. Do2 suele superar con creces las necesidades del organismo. El Vo2 no depende del Do2 hasta que la entrega es tan baja que se utiliza todo lo entregado, un punto denominado Do2 crítico (6).

En los enfermos críticos, un Vo2 más bajo se asocia con una mayor mortalidad. Investigadores anteriores han tratado de aumentar el Vo2 en pacientes críticos con el objetivo de mejorar la oxigenación de los tejidos y el resultado. Los esfuerzos anteriores se centraron en aumentar el Do2, pero al final esto no logró demostrar eficacia. Aunque los pacientes en los que un aumento de Do2 condujo a un aumento de Vo2 tuvieron buenos resultados, aquellos pacientes cuyos Vo2 no aumentaron cuando se aumentó Do2 tuvieron una mortalidad extremadamente alta, lo que destaca la importancia de la extracción de oxígeno (7)

La medición directa del VO2máx se utiliza generalmente en entornos clínicos o de investigación. El VO2max se mide cuando se alcanzan los límites fisiológicos de un individuo. Históricamente, el logro del VO2máx se ha definido por el pico de VO2 entre los dos últimos ritmos de trabajo del ejercicio, lo que indica que el esfuerzo máximo se logra y se mantiene durante un período específico. La determinación de este período puede ser difícil de definir, porque es subjetiva y rara vez se observa en pruebas de esfuerzo de pacientes con enfermedades cardiovasculares o pulmonares. Por lo tanto,

se utilizan varios criterios para evaluar los esfuerzos máximos, como una meseta de VO₂, acumulación de lactato en sangre, frecuencia cardíaca (FC) máxima, calificación del esfuerzo percibido y índice de intercambio respiratorio (RER) elevado $\geq 1,0$, $1,10$ o $1,15$. En ausencia de anomalías electrocardiográficas o hemodinámicas, generalmente RER $\geq 1,10$ indica un esfuerzo excelente y $\geq 1,00$ indica un esfuerzo aceptable **(31)**.

La medición del VO₂max requiere un instrumento especial como un analizador de gases. Cuando la medición directa del VO₂máx no es factible para estimar el VO₂máx, se pueden utilizar una variedad de pruebas de ejercicio máximo y submáximo **(32)**.

Hace cien años, en 1923, Hill y Lupton reconocieron “las observaciones del consumo máximo de oxígeno en el hombre” con una “meseta como un aparente estado estacionario” e introdujo el concepto de consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) que se ha convertido en un factor clave en la fisiología del ejercicio. En el presente comentario, Proporcionar una visión general de la evolución de la investigación sobre el VO₂máx, desde los hallazgos iniciales de Hill y Lupton hasta los debates actuales sobre los factores limitantes del VO₂máx y el papel asociado de la convección componentes difusores **(32)**

Incluso antes de que Hill definiera el VO₂máx, el transporte de oxígeno (O₂) a través del cuerpo se modeló utilizando el principio de Fick: $VO_2 = Q \times (CaO_2 - C_vO_2)$, donde Q indica el gasto cardíaco, el contenido arterial de O₂ de CaO₂ y el C_vO₂. Contenido de O₂ venoso mixto. Entre 1923 y 1985, se aceptó que los cambios en el VO₂max se debían exclusivamente a cambios en el transporte convectivo de O₂ por la sangre, considerando de facto una capacidad de difusión de O₂ (DM) muscular infinita **(33)**.

El VO₂máx no es sólo un indicador de la función cardiorrespiratoria, el estado físico y el rendimiento de resistencia, sino que también puede modularse fácilmente mediante los niveles de actividad física y el ejercicio. Como consecuencia, de manera similar a otros análisis del intercambio de gases pulmonares (p. ej., umbral ventilatorio), la evaluación del VO₂máx ya no se limita a las evaluaciones del rendimiento deportivo,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sino que representa un importante biomarcador de la función y la salud cardiovascular que debe incluirse en la evaluación de rutina en la práctica clínica **(34)**

Los expertos de la Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo y de la Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral coinciden en que es más fácil optimizar la prescripción de soporte nutricional basándose en la calorimetría indirecta. Así, la calorimetría indirecta constituye el “estándar de oro” para calcular la energía requerida por los pacientes ingresados en la UCI. Este método no invasivo proporciona datos relevantes como el gasto energético en reposo (REE), el cociente respiratorio (RQ), el consumo de oxígeno (VO_2) y la producción de dióxido de carbono ($V\dot{CO}_2$). La calorimetría indirecta también proporciona variables hemodinámicas más específicas y objetivas que pueden usarse para calcular el gasto cardíaco **(35)**.

Durante décadas, 14 ml/kg/min ha sido el límite binario utilizado para el VO_2 máx para estratificar a los pacientes con insuficiencia cardíaca independientemente de sus medicamentos, especialmente los bloqueadores beta. Sin embargo, algunos autores han cuestionado este concepto y han propuesto que ningún valor de corte tan claro para el VO_2 máx predice la mortalidad sobre la base del impacto de otros factores importantes, como la respuesta ventilatoria y la medicación **(36)**.

Se sabe que la reducción del VO_2 pico es de origen multifactorial, dado que los mecanismos que pueden limitar la aptitud aeróbica incluyen los músculos respiratorios, cardiovasculares y periféricos. Por lo tanto, el rendimiento en la prueba de esfuerzo cardiopulmonar (CPET) depende de algo más que la función pulmonar y, por lo tanto, refleja los efectos de la enfermedad en otros sistemas de órganos en una etapa más temprana, aunque el FEV1 todavía se ha citado como el mejor predictor de mortalidad en niños y adultos con FQ. Por lo tanto, considerar únicamente la función pulmonar como un marcador de progresión de la enfermedad puede no identificar otros factores que conducen a la morbilidad y la mortalidad en estos sujetos **(9)**.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. Magnitud.

La neumonía adquirida en la comunidad es un gran problema de salud pública afectando a 489 millones de personas en todo el mundo siendo responsable de 2.5 millones de muertes a nivel mundial, a nivel internacional en EE. UU. Presenta una incidencia de 24.8 casos por cada 10000 adultos por año. En México fue responsable de 57 000 muertes en el año 2021, y específicamente en Aguascalientes se localizó como la cuarta causa de muerte. (37, 38, 39).

3.2. Trascendencia.

La neumonía puede presentar complicaciones agudas que aumentan su mortalidad, tales como la sepsis, choque séptico, síndrome de dificultad respiratoria aguda o eventos cardíacos agudos (41). Es una patología que puede producir secuelas a nivel del parénquima pulmonar reduciendo la saturación y deteriorando la calidad de vida, de hecho, esta descrito que después de un episodio de neumonía, el riesgo de muerte persiste durante periodos prolongados, riesgo impulsado por la inflamación del parénquima y las comorbilidades del paciente. (2, 16)

3.3. Vulnerabilidad.

Si bien el pronóstico de la neumonía es multifactorial, el VO₂ máx ha mostrado tener utilidad pronóstica en contextos similares como la sepsis y la insuficiencia cardíaca (1, 3). En la NAC el tratamiento oportuno es crucial para mejorar el pronóstico, por lo que identificar a los pacientes que tienen más riesgo ayuda a los médicos a optar por tratamientos más agresivos. Por lo anterior se ha implementado diversas escalas que en conjunto pueden ayudar a determinar a los pacientes de alto riesgo tales como el CURB 65, PSI, qSOFA entre otros, por lo anterior los autores propusimos evaluar el VO₂ máx y su relación con la mortalidad. (6, 7, 30, 31).

3.4. Factibilidad.

El diagnóstico de la neumonía se establece de acuerdo a criterios clínicos tales como fiebre, tos, expectoración purulenta, disnea, acompañado por la presencia de un

infiltrado nuevo o hallazgos auscultatorios consistentes con neumonía tales como los estertores localizados, sin embargo, en caso de incertidumbre diagnóstica se cuenta con criterios paraclínicos útiles como determinación de leucocitos, proteína C reactiva, radiografía de tórax y tomografía computada, (9) En el área médica constantemente se busca optimizar los recursos de manera eficiente por lo que se buscan parámetros útiles, de bajo costo y fácil aplicación que ayuden a tomar decisiones médicas, por tal motivo, la determinación de un punto de corte del nivel de VO₂ máx modificado con fines pronósticos en relación a la mortalidad puede generar información útil, ya que para su cálculo, de acuerdo a la fórmula modificada por Pedraza y Monares, solo se requiere la constante descrita por Uth Niels así como la frecuencia cardiaca máxima para la edad y en reposo del paciente, esto no representa un costo adicional a las atenciones del médico tratante y podría otorgar información relevante. (1)

En el ámbito médico, se busca conocer la mayor cantidad de información con fines pronósticos a partir de parámetros menos invasivos y de menor costo, por lo anterior el presente estudio podría beneficiar, en el futuro, a los pacientes con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad a través de la fórmula propuesta debido a que solo se requiere de las constantes vitales para realizar el cálculo. Asimismo, en el futuro esta información podría ayudar a tomar decisiones terapéuticas tempranas para tratar de disminuir el riesgo de muerte en pacientes con el diagnóstico mencionado.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La NAC es una causa frecuente y grave de morbilidad y mortalidad, presenta una alta incidencia mundial afectando a 489 millones de personas y ocasionando cerca de 2.5 millones de muertes en todo el mundo en el año 2019. En Estados Unidos la incidencia anual se estima en 24.8 casos por cada 10 000 adultos (37).

En México la neumonía adquirida en la comunidad se presentó en 127 000 casos nuevos en el año 2021 reportando poco más de 57 000 muertes, en el año 2024 la neumonía ocupó el cuarto lugar en mortalidad en Aguascalientes (38, 39).

Los pacientes con neumonía pueden presentar desafíos de diagnóstico y pronóstico a los médicos. Al ser un padecimiento infeccioso con daño parenquimatoso secundario a la inflamación, es crucial iniciar tratamientos oportunos cuando se detecte que el pronóstico sea peor, por ello es fundamental contar con herramientas de detección tempranas y de bajo costo, tal como el VO₂ máx modificado.

El VO₂ máx es un indicador de la función cardiorrespiratoria, el estado físico y el rendimiento de resistencia, en otras palabras, es la cantidad máxima de oxígeno que una persona puede utilizar durante el ejercicio intenso. Se expresa en mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal por minuto (ml/kg/min) y es un indicador clave de la capacidad aeróbica y el rendimiento cardiovascular. (40)

Si bien es cierto que este parámetro ha sido más ampliamente estudiado en el ámbito deportivo, recientemente hay estudios que han evaluado su utilidad en enfermedades graves, ya que el gasto cardíaco presenta un aumento en las enfermedades como parte de la respuesta metabólica, lo cual es similar al ejercicio intenso, no obstante, la literatura del VO₂ max relacionada en específico con la neumonía es limitada, por lo cual los autores de este proyecto propusimos este enfoque.

De hecho son muchos los estudios realizados en pacientes con neumopatías y en la mayoría los resultados indican un aumento de la calidad de vida en pacientes con secuelas por dichas patologías, sin embargo estos estudios se realizan con un enfoque de rehabilitación y no en periodos agudos, tal es el caso de la revisión sistemática

realizada por Pereira Rodríguez en 2022 donde se concluyó que el ejercicio en pacientes con enfermedades pulmonares intersticiales mejoraba el VO₂ máx y asimismo la calidad de vida de los pacientes. (2)

Al ver estos resultados surge la necesidad de explorar si éste parámetro puede ser de utilidad pronóstica en procesos patológicos agudos. Ejemplo de lo anterior es lo descrito por Pedraza y Monares quienes establecieron un punto de corte pronóstico del VO₂ Máx a partir de una fórmula modificada a partir de la fórmula original descrita por Uth Niels y colaboradores, en esta nueva fórmula, Monares utiliza la frecuencia cardiaca máxima para la edad como una variable adicional, unificando la fórmula para cualquier edad. Aunque en este estudio se encontró un punto de corte con significancia pronóstica, el diseño incluía a pacientes con choque séptico por todas las causas, describiendo a la neumonía como la principal. (1)

Por otro lado, Palau en 2018 también encontró que la disminución del VO₂ máx se relacionaba con el mal pronóstico en pacientes con insuficiencia cardiaca, tanto la sepsis como la insuficiencia cardiaca comparten mecanismos fisiopatológicos relacionados con el metabolismo del oxígeno, por lo que se vuelve imperativo profundizar en la relación entre el VO₂ máx y la neumonía.

El consumo de oxígeno (VO₂), que está determinado tanto por el suministro como por la extracción de oxígeno, puede ser una medida útil del grado de deterioro en la extracción de oxígeno, y el VO₂ se ha asociado con el pronóstico, por ejemplo, el estudio realizado por Palau describe un aumento de la probabilidad de ingresos recurrentes de un 32 % cuando la VO₂ máx disminuía 10 % o más, teniendo como evento final la mortalidad del paciente (3).

De la misma manera, el estudio de Pedraza y Monares, en el que la mayoría de los pacientes presentaba sepsis secundaria a neumonía, describe un punto de corte superior a 25 mL/kg/min como factor protector de mortalidad, lo que implica que un valor inferior podría aumentar el riesgo de mortalidad, si bien este punto de corte podría resultar útil también en nuestro estudio, nosotros propusimos determinar un punto de corte independiente, ya que el estudio de Monares incluía también pacientes con

choque séptico por otras causas y nosotros planteamos un estudio en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad por las alteraciones del parénquima pulmonar debidas a la inflamación pulmonar (1).

La investigación fue altamente pertinente, ya que abordó un vacío crítico en la literatura médica: la potencial utilización del VO_2 máx. como herramienta de estratificación de riesgo en pacientes con NAC. En un contexto clínico donde la identificación temprana de pacientes en riesgo de mortalidad podría optimizar los recursos hospitalarios y mejorar la atención individualizada, el estudio ofrece una contribución relevante tanto para la práctica médica como para futuras investigaciones. Además, resultó pertinente localmente, dado que se enmarca en la población atendida en el Hospital General de Zona No. 3 de Aguascalientes, fortaleciendo la aplicabilidad de los resultados al contexto nacional.

En México y en IMSS identificamos un vacío en el conocimiento al no identificar investigaciones que cuantificaran el Vo_2 max. en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad.

Al no contar con literatura no se identificaron discrepancias, ya que ellos hablan por separado de la mortalidad en neumonia y el Vo_2 en sepsis donde un riesgo relativo de 0.4 para mortalidad representándose como un factor protector para mortalidad. En los laboratoriales y neumonia 1,04 (IC 95%: 1,02-1,05, $P < 0,001$). Y para sepsis y V_02 0.74 con una p de 0.001, por lo que fue relevante el estudio por esta razon.

Los vacíos en nuestro contexto institucional en relación al nivel Vo_2 max que no se identificado en las neumonias como predictor de mortalidad y que no se ha estudiado en esta enfermedad y al no contar con discrepancia en diferentes contextos que no es neumonia, pero si hablando de otras enfermedades hospitalarias. Basados en lo previamente expuesto los investigadores hemos planteado la siguiente pregunta de investigación:

4.1. Pregunta de investigación

¿Cuál es el nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO_2 max) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y su relación con la mortalidad en HGZ 3 Aguascalientes?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Determinar el nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO_2 max) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y su relación con la mortalidad en HGZ3 Aguascalientes

5.2. Objetivos específicos

- Describir las características sociodemográficas de la población a estudiar en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad en HGZ3 Aguascalientes
- Describir las comorbilidades de pacientes con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad
- Explorar asociaciones de las comorbilidades con el VO_2 máx.
- Medir el consumo de oxígeno en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad indirecto con el Vo_2 .
- Determinar un punto de corte para el VO_2 máx. y mortalidad en pacientes con neumonía adquirida en la comunidad a través del área bajo la curva ROC.
- Analizar la asociación del VO_2 máx. con la mortalidad de acuerdo con el punto de corte que se obtenga a través de la razón de momios

6. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis nula

H₀: No existe asociación entre el nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO₂ máx.) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y la mortalidad en hg3 Aguascalientes

6.2. Hipótesis alternativa

H₁: Sí existe asociación entre el nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO₂ máx.) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y la mortalidad en hg3 Aguascalientes

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Tipo de investigación

No experimental. Epidemiológica

7.2. Diseño de investigación

Retrospectiva, observacional, transversal y analítica de cohorte.

7.3. Universo de estudio

El universo para el presente estudio estuvo compuesto por todos los pacientes adultos pacientes derechohabientes que fueron recibidos en el servicio de urgencias con diagnóstico neumonía adquirida en la comunidad al Hospital General de Zona número 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social durante el periodo de observación.

7.4. Población de estudio

Fueron seleccionados aquellos que cumplieran con criterios de selección con registros completos y adecuados en el expediente clínico que fueran útiles para la observación y análisis, con el fin de evitar sesgos de selección, con el fin de lograr un estudio con el menor sesgo posible.

Para la presente investigación se tuvo como lugar de desarrollo el área de urgencias del Hospital General de Zona número 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social.

7.5. Tipo de muestreo y tamaño de la muestra

Para el presente estudio y dadas las opciones de sistematización de las unidades de observación y el planteamiento inferencial por parte del investigador se efectuó muestreo de tipo no probabilístico mediante la selección de casos consecutivos hasta integrar el total de la muestra estimada.

Ya que desafortunadamente existe elevado riesgo de sesgo de identificación para obtener el total de la población con este padecimiento en la unidad donde se llevó a cabo el estudio, el cálculo de la muestra estimada se llevó a cabo a partir de la siguiente fórmula para población infinita. Lo anterior, se efectuó basados en la tasa de hospitalización de NAC descrita en la literatura con uso de la siguiente formula:

$$N = \frac{Z\alpha^2(p*q)}{\delta^2}$$

En donde:

- N= es el número de sujetos necesarios en la muestra.
- $Z\alpha$ = es el valor z correspondiente al riesgo α (95%).
- p = es la proporción esperada es del 22%
- q = es el valor que se obtiene de 1-p
- δ = es la precisión deseada en este caso fue de 10%.

$$Q=1-0.22=0.78$$

$$n = [(1.96)^2 (0.22) (0.78)] / (0.10)^2$$

$$n = [(3.8416) (0.1716)] / 0.01$$

$$n = 0.6592 / 0.01$$

$$n = 65.92$$

Para poder realizar un análisis exploratorio de la asociación a partir de razones de momios dispusimos de un grupo de pacientes que hubieran sobrevivido y uno de pacientes que hubieran fallecido por el diagnóstico mencionado, establecimos una relación entre grupos de 2:1 (sobrevivientes/fallecidos) precisando de 65 pacientes con neumonía adquirida en la comunidad que hubieran fallecido y 130 pacientes con neumonía adquirida en la comunidad que hubieran sobrevivido dando un total de 195 pacientes necesarios para el presente estudio.

Fue crucial medir estos factores en los datos del estudio. Dado que es retrospectivo, se extrajeron de los registros médicos, pero el documento no reporta cuántos registros se excluyeron por incompleción, lo que podría sesgar la calidad de los datos .

7.6. Criterios de selección

7.6.1. Criterios de inclusión para grupo 1 (sobrevivientes)

- Expedientes de pacientes que se presentaron al servicio de urgencias médicas, cursando con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad,
- Expedientes de pacientes mayores de 18 y menores de 80 años,
- Expedientes de pacientes de sexo masculino y femenino.
- Pacientes sin registro de defunción en el expediente clínico

7.6.2. Criterios de exclusión para grupo 1 (sobrevivientes)

- Expedientes de pacientes cuyos datos clínicos no cumplieran con los criterios diagnósticos de neumonía adquirida en la comunidad.

- Expedientes de pacientes que recibieron soporte vital extracorpóreo, incluida la oxigenación por membrana o la eliminación extracorpóreas de CO₂ dentro de ese período
- Expedientes de pacientes con inmunosupresión grave, tuberculosis activa o enfermedades en etapa terminal, que tenían una orden escrita de “no reanimar” o cuyo nivel de conciencia basal no estaba claro y que no se derivaba de neumonía
- Expedientes que no estuvieran disponibles, no fueran localizados en el archivo clínico o se encontraran incompletos al momento de la captura de datos.
- Expedientes de pacientes procedentes de otra unidad.
- Expedientes de pacientes que no aceptaran tratamiento médico.

7.6.3. Criterios de eliminación para grupo 1 (sobrevivientes)

- Expedientes duplicados o que contaran con información incompleta.

7.6.4. Criterios de inclusión para grupo 2 (fallecidos)

- Expedientes de pacientes que se presentaron al servicio de urgencias médicas, cursando con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad,
- Expedientes de pacientes mayores de 18 y menores de 80 años,
- Expedientes de pacientes de sexo masculino y femenino.
- Pacientes con registro neumonía adquirida en la comunicada como causa de defunción en el expediente clínico

7.6.5. Criterios de exclusión para grupo 2 (fallecidos)

- Expedientes de pacientes cuyos datos clínicos no cumplieran con los criterios diagnósticos de neumonía adquirida en la comunidad.
- Expedientes de pacientes que recibieron soporte vital extracorpóreo, incluida la oxigenación por membrana o la eliminación extracorpóreas de CO₂ dentro de ese período

- Expedientes de pacientes con inmunosupresión grave, tuberculosis activa o enfermedades en etapa terminal, que tenían una orden escrita de “no reanimar” o cuyo nivel de conciencia basal no estaba claro y que no se derivaba de neumonía
- Expedientes que no estuvieran disponibles, no fueran localizados en el archivo clínico o se encontraran incompletos al momento de la captura de datos.
- Expedientes de pacientes procedentes de otra unidad.
- Expedientes de pacientes que no aceptaron tratamiento médico.

7.6.6. Criterios de eliminación para grupo 2 (fallecidos)

Expedientes duplicados o que contaran con información incompleta.

7.7. Variables de estudio

7.7.1. Definición operacional de neumonía.

Criterios clínicos: tos, producción de esputo purulento o cambio en las características del esputo, temperatura $>38^{\circ}C$ ó $<36^{\circ}C$, hallazgos en el examen físico compatibles con consolidación, disnea, taquipnea o hipoxemia.

Criterios de laboratorio: leucocitosis más de 10 000/uL o $>15\%$ de cayados, proteína C reactiva más de 3 veces sobre el límite superior del rango normal.

Criterios de imagen: nuevo infiltrado o empeoramiento de un infiltrado ya existente en radiografía o Tomografía de Tórax (9)

7.8. Operacionalización de variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Escala de medición</i>	<i>Indicador</i>	<i>Medición</i>
Independientes						
VO2Max	Indicador de la función cardiorrespiratoria, el estado físico y el rendimiento de	Se calculó de acuerdo con la fórmula de Uth Niels modificada por Monares en	Cuantitativa	Continua	Resultado de la fórmula con	Medidas de tendencia central

	resistencia, sino que también puede modularse fácilmente mediante los niveles de actividad física y el ejercicio.	la que VO2 máx. mod=15xFC máx. para la edad/FC a las 24 horas del ingreso			hasta 2 decimales representado o por mL/kg7min	Área bajo la curva ROC, asociada con presencia de muerte
VO2Max bajo	Indicador de la función cardiorrespiratoria, el estado físico y el rendimiento de resistencia, sino que también puede modularse fácilmente mediante los niveles de actividad física y el ejercicio.	Resultado igual o menor al punto de corte que resulte a partir de la curva ROC en asociación con presencia de muerte	Cualitativa	Dicotómica	Porcentaje Frecuencia, Razón de momios (asociar con mortalidad)	Sí No
Neumonía adquirida en la comunidad	Inflamación e infección del tejido del parénquima pulmonar, generalmente causada por microorganismos como bacterias, virus u hongos y que no tiene asociación con los servicios de salud.	Presencia de criterios clínicos y paraclínicos consistentes con neumonía con inicio de los síntomas hasta 24 horas antes del ingreso hospitalario	Cualitativa	Catagórica Dicotómica	Frecuencia Porcentaje	Presencia Ausencia
Dependiente						
Presencia de muerte	Cese irreversible de funciones vitales, registrado en expediente con nota de defunción.	Presencia de nota de defunción con diagnóstico de neumonía como principales.	Cualitativa	Catagórica dicotómica	Frecuencia Porcentaje	Sí No
De categorización						

Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo.	Edad registrada en expediente clínico	Cuantitativa	Discreta	Kolmogorov Smirnov y Medidas de tendencia central	Edad en años
Sexo	Rol que asumen el paciente en la sociedad.	Sexo registrado en expediente clínico	Cualitativa	Categórica Dicotómica	Frecuencia Porcentaje	Femenino Masculino
Elección de manejo farmacológico empírico	Manejo farmacológico enfocado a agentes patagones.	Se refiere a la incidencia de los agentes más comunes que condiciones la patología y elección farmacología de primera línea	Cualitativa	Categórica Nominal	Quinolinas Cefalosporinas Macrólidos Etc.	Frecuencia Porcentaje
Comorbilidades	Presencia de una o más alteraciones psicopatológicas concomitantes con el padecimiento subyacente.	Identificar enfermedades a los pacientes que ingresaron y cumplieron los criterios de selección	Cualitativa	Nominal politómica	Asma bronquial Crónicos degenerativos EPOC ICC Etc.	Frecuencia Porcentaje Razón de momios (asociar con muerte y punto VO2 max de acuerdo con punto de corte)
PSI	La escala Pneumonia Severity Index es una herramienta para predecir la mortalidad a 30 días.	De acuerdo con el registro obtenido por el personal de salud al ingreso al servicio de urgencias	Cuantitativa	Discreta	En puntos	Medidas de tendencia central

7.9. Procedimiento

El presente proyecto de investigación fue sometido a evaluación por parte de los comités de ética e Investigación local a fin de determinar reúna los requisitos estadísticos, médicos, técnicos, éticos que se consideren para el mismo a fin.

Fue delimitada la búsqueda de estos a solo aquellos ocurridos dentro del periodo de limitado para la observación, esto se efectuó con base a los diagnósticos por criterios ya establecidos con base a los criterios de inclusión, excluyendo de la búsqueda aquellos que no cumplieran con los criterios de inclusión/exclusión establecidos para el presente estudio.

Una vez identificados y seleccionados, se registraron los datos de cada una de las unidades de observación; a través de los cuales se generaron registros físicos y digitales que se localizan en los expedientes; además de los registros obtenidos y comparados a fin de eliminar datos repetidos de las unidades de observación elegibles.

El VO₂ máx fue calculado de acuerdo a la fórmula propuesta por Pedraza y Monares esta fórmula proviene de la descrita por Uth Niels en la que $VO_{2máx} = 15 \times (\text{frecuencia cardiaca máxima [f}_{máx}] \text{ durante ejercicio} / \text{frecuencia cardiaca en reposo})$, en la fórmula propuesta por Monares se sustituye la $f_{máx}$ durante ejercicio por la $f_{máx}$ para la edad y la frecuencia en reposo por la frecuencia cardiaca a las 24 horas de ingreso hospitalario quedando de la siguientes manera: $VO_{2 \text{ máxima modificada}} = 15 \times \text{frecuencia cardiaca máxima para la edad} / \text{frecuencia cardiaca a las 24 horas del ingreso}$. Con esta fórmula los autores pudieron determinar un punto de corte con una sensibilidad y especificidad del 70 %. (1)

Se vaciaron los datos obtenidos a través de las unidades de observación en cada una de las herramientas de recolección generadas destinadas con este propósito por parte del investigador responsable, identificando de manera integral cada uno de los datos a fin de contar con toda la información sensible para investigación, procurando el menor sesgo posible para la misma.

Se realizó la recolección final de los datos observados y la información recolectada se integró en una base de datos estadística electrónica en hojas de cálculo destinadas

para este proyecto de investigación, realizando el análisis de estos y emitiendo las conclusiones por parte del grupo de investigadores.

7.10. Análisis estadístico

Fueron capturados los resultados recabados de las unidades de observación en una hoja de recolección electrónica (hoja(s) de cálculo) de Excel de Microsoft Office 2019 para Windows para desarrollar una base de datos suficiente y precisa para efectuar una vez concluida el análisis estadístico utilizando la paquetería IBM SPSS 24 en el idioma español.

Para la realización del análisis estadístico, se implementaron medidas de dispersión (desviación estándar), y de tendencia central (media, porcentaje).

La presentación de los datos fue a través de herramientas de estadística descriptiva, a criterio del investigador, asimismo se utilizaron herramientas gráficas generadas por medio de la Excel de Microsoft Office 2019 para Windows como gráficos de barras a fin de dar la explicación más adecuada para el lector a quien va dirigido el presente estudio.

7.11. Reproducibilidad y validez de los métodos e instrumentos de medición Cálculo del VO₂ máx.

El nivel de VO₂ máx es más confiable cuando se realiza a partir de ergoespirometría, sin embargo existen diversos métodos para su calculo que han sido validados para su uso, por ejemplo García Hermoso realizó una revisión sistemática en la cual se describe una correlación directa entre el VO₂ máx medido por ergoespirometría y calculado a partir de pruebas de campo encontrando correlaciones con r de Pearson de entre 0.7 y 0.99 lo cual valida el uso de estas fórmulas, asimismo Uth Niels implementa una constante de 15.3 para la formula validada de VO₂ máx=FC máxima/FC en reposo, más tarde Monares realiza una modificación a esta fórmula sustituyendo

la FC máxima durante el ejercicio por la FC máxima para la edad, describiendo una sensibilidad del 70 % y especificidad del 70 %. (1, 42,43)

Pneumonia Severity Index (PSI).

El 1997 Fine y colaboradores desarrollaron el PSI como una regla validada para identificar a pacientes con bajo riesgo de mortalidad por neumonía, incluyeron una base de datos de 14 199 pacientes y realizaron un modelo de regresión logística para identificar los factores de riesgo para mortalidad a 30 días, posteriormente incluyeron 20 variables como parte del modelo y estratificaron a los pacientes de acuerdo a su resultado, se determinó su capacidad predictiva a partir del coeficiente de discriminación con área bajo la curva ROC obteniendo un valor superior a 0.80, posteriormente se implementó el modelo en una cohorte de más de 38 000 pacientes encontrando una correlación del puntaje con la mortalidad. (44)

Otro estudio realizado en España por López del toro en 2003 reprodujo este método en 243 pacientes evaluando además de la mortalidad a 30 días, las complicaciones y el reingreso, el área bajo la curva para la mortalidad fue 0.92 por lo que su uso se sugiere para esta variable en específico. (45)

7.12. Métodos para el control y calidad de los datos

Previa autorización de los comités de ética e investigación se recabó un listado de los pacientes con el diagnóstico de interés, esta información de acuerdo con los censos diarios del servicio de urgencias o en caso de ser necesario de la base de datos de archivo médico. Posteriormente se buscó en el expediente clínico electrónico o físico, según fuera necesario, cada una de las variables de interés descritas en el apartado de “Hoja de recolección de datos” el cual fue diseñado por los autores, uno de los autores se encargó del registro de cada uno de los datos, corroborando que se cumplía con la totalidad de los criterios de inclusión. Una vez corroborado si el paciente pertenecía al grupo de sobrevivientes o fallecidos el autor generó un nuevo listado con

los datos del paciente para poder corroborar la información en el futuro y se asignó un nuevo folio interno, el cual fue el único identificador visible en la hoja de recolección de datos, esto con la finalidad de proteger la identidad de los pacientes en todo momento. Los folios internos fueron de forma consecutiva y de acuerdo al grupo al que pertenecían, por ejemplo el primer paciente del grupo de fallecidos fue el folio interno "F1" y siguió de forma consecutiva, del mismo modo el primer paciente del grupo de sobrevivientes fue el "S1", con el fin de corroborar la validez y confiabilidad de los datos, otro de los autores procedió a revisar la coincidencia de los datos registrados en la hoja de recolección de datos del 10 % de cada uno de los grupos y en caso de encontrar inconsistencias en el expediente clínico, dicho paciente sería eliminado y se buscaría otro como remplazo.

Dicho cotejo fue realizado a partir del listado de datos personales con el folio interno asignado, con el fin de poder ingresar al expediente y validar la veracidad de la información.

Las listas con datos personales de los pacientes fueron resguardadas en todo momento por los autores del proyecto y no se compartieron con personal ajeno a la autoría del protocolo o ajeno a los comités correspondientes.

Una vez validada la información se procedió a registrar de forma inicial las variables en una hoja de cálculo de Excel donde solo son visibles los folios internos, una vez filtrada la información y reestructurada para su análisis se registró en el programa SPSS para su posterior análisis estadístico. Además de contar con un manual operacional (revisar los anexos).

7.13. Instrumento de recolección de datos:

Para recolectar los datos se utilizó un cuestionario estructurado; anexo 4, el cual consta de 10 secciones:

Sección 1.- Edad. Se coloca el numero correspondiente

Sección 2.- . Sexo. Consta de 2 items.

Sección 3.- Comorbilidades; integrada por 4 ítems .

Sección 4.- Frecuencia cardiaca al ingreso.

Sección 5.- Frecuencia cardiaca a las 24 horas del ingreso.

Sección 6.- VO₂Max modificad.

Sección 7.- Tratamiento farmacologico empirico, integrada por 5 ítems

Seccion 8.- Pneumnia severity index, correspondiente al puntaje.

Seccion 9.- Clasificacion de riesgo (PSI), numero romano correspondiente a la clasificacion

Seccion 10.- Presencia de muerte, contine 2 ítems

7.14. Consideraciones éticas

El protocolo se evaluó por el Comité de Investigación, conforme a los lineamientos de la Ley General de Salud. En correspondencia con el artículo 17, inciso 1, del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, el presente estudio se clasifica como una investigación con riesgo mínimo por tanto no requiere de carta de consentimiento informado.

Este estudio se ajusta a las normas éticas institucionales y a la Ley General de Salud en materia de experimentación en seres humanos, así como a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los “Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos”. Además de acuerdo con los principios adoptados por la 18^a Asamblea Médica Mundial de Helsinki, Finlandia en junio de 1964, y enmendadas por la 29^a Asamblea Médica Mundial en Venecia, Italia, en octubre de 1983, por la 41^a Asamblea Mundial Hong Kong, en septiembre de 1989, en la 48^a Asamblea en Sudáfrica en 1996; y en la última 59^a Asamblea general de la Asociación Médica Mundial en Seúl, en octubre de 2008 y sus enmiendas posteriores.

El estudio corresponde a la categoría III de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud en el título segundo, capítulo I, artículo 17, ya que se considera una investigación **SIN RIESGO**.

Este estudio considera también los principios éticos básicos señalados en el Informe Belmont (1979) que sustentan toda la investigación con sujetos humanos: respeto por las personas, beneficencia y justicia.

La conducción de la investigación estuvo a cargo de un investigador principal, que desarrolló la investigación de conformidad con un protocolo, estando encargado de la dirección técnica del estudio y con las atribuciones señaladas, siendo él quién además, seleccionó a los investigadores asociados, así como al personal técnico y de apoyo, teniendo la responsabilidad, al término de la ejecución de la investigación, de presentar al comité de investigación de la institución de atención a la salud un Informe técnico al menos, cada 6 meses, pudiendo publicar informes parciales y finales del estudio.

El presente estudio de acuerdo con sus criterios de selección no consideró la inclusión de población vulnerable (por ejemplo, adultos mayores o pacientes críticamente enfermos) toda vez que puede resultar en un sesgo de interpretación de los resultados por parte del investigador.

El investigador explicó la naturaleza, propósitos y posibles consecuencias del estudio y la intervención propuesta, utilizando un lenguaje comprensible al paciente. La información proporcionada por el investigador fue registrada en un formato hecho para tal fin.

Se explicó que si bien; los beneficios directos para el paciente de forma inmediata pudieran no existir, los resultados de este estudio brindarán información relevante y se incrementará el conocimiento científico sobre el tema de investigación.

Los datos recabados e historias clínicas se manejaron con los protocolos de confidencialidad, de acuerdo con lo establecido por la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de datos de carácter personal.

En todos los casos los cuestionarios fueron recolectados y conservados de acuerdo con los lineamientos institucionales, con estricta privacidad de información. Conservado los principios básicos para poder satisfacer conceptos morales, éticos y legales establecidos en el código de Nuremberg 1947, ley general de salud, la declaración de Helsinki en su última enmienda.

Este estudio consideró los aspectos éticos en la declaración de Helsinki, en su última modificación por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. Apegándose a lo señalado en: los principios generales; los riesgos, costos y beneficios; los requisitos científicos y protocolos de investigación; los comités de investigación; la privacidad y confidencialidad; así como en el consentimiento informado según sea el caso.

Este estudio consideró también los principios éticos básicos señalados en el Informe Belmont (1979) que sustentan toda la investigación con sujetos humanos: respeto por las personas, beneficencia, justicia y no maleficencia.

Además, se compromete a cumplir con los 4 principios éticos básicos: integridad: pues comportara de acuerdo con los principios éticos y actuar de buena fe, honestidad intelectual y equidad; brindará rendición de cuentas: al responsabilizarse de las propias acciones y decisiones y de las consecuencias generadas con la información obtenida; cumplirá con la independencia e imparcialidad: actuando en todo momento teniendo presente solo los intereses de la investigación en salud y los de los pacientes, y velar por que las opiniones y convicciones personales no pongan en entredicho los principios éticos. Así como con respeto: respetando la dignidad, la valía, la igualdad, la diversidad y la intimidad de todos los participantes.

La presente investigación se apega a las pautas publicadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) ya que puede justificarse éticamente pues se realizó de manera tal que respeta y protege a los sujetos de esa investigación, justa para ellos y moralmente aceptable en nuestro medio.

La selección de los expedientes fue bajo los principios de equidad, justicia, donde no existirá ningún tipo de discriminación

¿Cuánto se quedará resguardados los datos? Esto debe ser por 5 años

Y se notificaría al CEI algún efecto secundario o algún dato que no estuviera en este protocolo y se de interés en la buena praxis del paciente.

7.15. Recursos, financiamiento y factibilidad

7.15.1. Recursos humanos:

El presente trabajo de investigación se desarrolló con recursos humanos proporcionados por el investigador que propone el presente protocolo de investigación, para efectuar la búsqueda, selección, seguimiento de los casos que ocurran durante el periodo descrito.

7.15.2. Recursos físicos:

Para la realización de este estudio fue necesaria la presencia de un espacio físico adecuado, para la recolección de la información, localizada en el servicio de urgencias del Hospital General de Zona número 3 del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como instrumentos de reelección, papelería y computadora personal.

7.15.3. Recursos financieros para la elaboración del proyecto

Gasto de Inversión	Especificación	Costo
Equipo	No aplica	\$00
Equipo de computo	Computadora portátil	\$ 0.00
	Impresiones	\$ 1200.00
	USB	\$ 300.00
Subtotal		\$1,500.00 mnx
Gastos de trabajo de campo	Especificación	Costo

Difusión de los resultados de la investigación	Impresión de material para divulgación	\$500.00
	Cuotas de inscripción para participación de foros	\$3500.00
	Traducción de manuscrito	\$4000.00
Accesorios, materiales y útiles diversos	Hojas blancas	\$500.00
	Plumas	\$200.00
	Lápices	\$200.00
	Servicio de copiado	\$1000.00
	Subtotal	\$2,000.00
	Total	\$10, 500.00

Para este estudio no se requirió de financiamiento externo. El aporte monetario fue provisto en su totalidad el tesista e investigador principal.

Experiencia del grupo. Un médico residente de la especialidad de medicina de urgencias y un médico especialista en medicina de crítica, profesor del curso con experiencia en asesoría y desarrollo de investigación clínica.

7.16. Cronograma

		2025						
ACTIVIDAD PROGRAMADA		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
ESTABLECIMIENTO DE OBJETO SUJETO Y CONTEXTO		XX						
FORMULACIÓN DE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN		XX						
BÚSQUEDA DE LA INFORMACIÓN		XX						
REDACCIÓN MARCO TEÓRICO			XX					
REVISIÓN DE PROTOCOLO				XX				

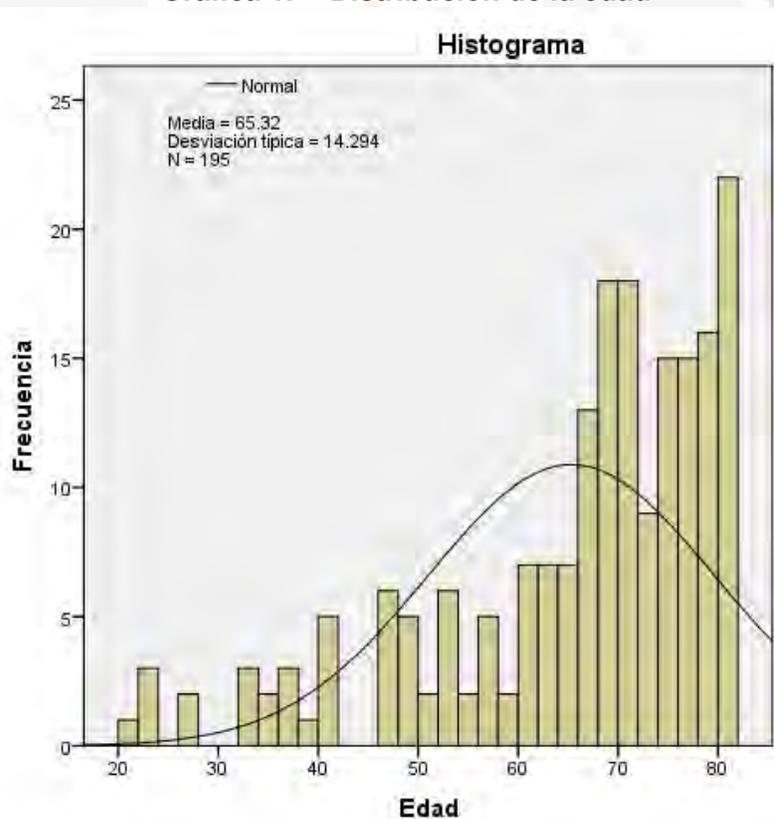
REGISTRO ANTE SIRELCIS	PROTOCOLO			XX				
REVISIÓN Y APROBACION SIRELCIS					X			
RECOLECCIÓN DE DATOS					X			
PROCESAMIENTO DE DATOS					X			
ANALISIS DE DATOS					X			
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS					X			
CONCLUSIONES					X			
REVISIÓN Y AUTORIZACIÓN DE LA TESIS					X			
ELABORACIÓN DE TESIS					X			
DIVULGACIÓN DE RESULTADOS							X	
ELABORACIÓN DE MANUSCRITO PARA PUBLICACIÓN								X

8. RESULTADOS

Se realizó el estudio en un total de 195 pacientes de acuerdo al cálculo de la muestra, de modo que se incluyeron 130 pacientes sobrevivientes y 65 fallecidos que cumplieron con los criterios de inclusión.

Antes de comenzar con el análisis estadístico se determinó la distribución de la variable cuantitativa con mayor relevancia, es decir, la edad. El resultado obtenido de la significancia fue de 0.0001 de acuerdo a la prueba de Kolmogorov Smirnov y de 0.0001 para la prueba de Shapiro Wilk, lo anterior significa que existen diferencias significativas entre la población, es decir, se considera anormal por lo que se procedió a estadística no paramétrica (**Grafica 1 y Tabla 1**).

Gráfica 1. Distribución de la edad



Fuente: hoja de recolección de datos

Tabla 1. Pruebas de normalidad de la variable edad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Edad	.174	195	.000	.856	195	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors
 Fuente: hoja de recolección de datos

8.1. Variables sociodemográficas

Con respecto a la edad para la población general encontramos un promedio de 65 años con una desviación estándar de 14 años, con un mínimo de 21 años y un máximo de 80 años. En el caso de los pacientes sobrevivientes encontramos un promedio de 64 años con una desviación estándar de 15 años, con un mínimo de 21 años y un máximo de 80 años. Para los pacientes fallecidos encontramos un promedio de 67 años con una desviación estándar de 11 años, con un mínimo de 27 años y un máximo de 80 años. (Tabla 2)

Con respecto al sexo encontramos para la población general un predominio de hombres con 55.9%. En pacientes vivos encontramos un ligero predominio de hombres con 50.8%, aunque el porcentaje fue muy cercano al de mujeres, asimismo en pacientes fallecidos encontramos un predominio de hombres con 66.2%, encontrando un valor de p para hi cuadrada de 0.029 lo que significa que si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en los grupos de sobrevivientes en comparación con fallecidos. (Tabla 2)

Tabla 2. Variables sociodemográficas

Variables	Muestra general N=195	Vivos N=130	Muertos N=65	Valor de P
Edad, años	65 ± 14	64 ± 15	67 ± 11	U=0.445
Sexo masc, n (%)	109(55.9%)	66(50.8%)	43(66.2%)	X²=0.29
Sexo fem, n (%)	86(44.1%)	64(49.2%)	22(33.8%)	X²=0.29

Fuente: hoja de recolección de datos

8.2. Variables clínicas

Con relación a las comorbilidades en la población general encontramos como predominante a la hipertensión arterial con 58.5% seguido de la diabetes mellitus con 43.6%, seguida de la Enfermedad Renal Crónica con 25.6%, seguido del hipotiroidismo con 5.1%, seguido de la cardiopatía isquémica con 4.1%, finalmente encontramos a la artritis reumatoide, hiperplasia prostática benigna, Insuficiencia cardiaca congestiva, fibrosis pulmonar, secuelas de parálisis cerebral, epilepsia, Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño, bronquiectasias, hepatopatía, fibrilación auricular, vasculitis, secuelas de trombo embolia pulmonar, presencia de traqueostomía o gastrostomía, fibromialgia, agammaglobulinemia y asma, cada una de esta patología representando menos de 2% cada una y sin representar diferencia significativas tal como se muestra en la Tabla 3.

Las comorbilidades predominantes en pacientes fallecidos fueron en primer lugar la hipertensión arterial con 64%, la diabetes mellitus con 40%, la enfermedad renal crónica con 29.2% y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica con 7.7%. Con 1.5% encontramos a hipotiroidismo, cardiopatía isquémica, síndrome de apnea obstructiva del sueño, bronquiectasias, hepatopatía, fibrilación auricular y vasculitis. **(Tabla 3)**

Las comorbilidades predominantes en pacientes sobrevivientes fueron en primer lugar la hipertensión arterial con 55.4%, seguido de la diabetes mellitus con 45.4%, seguido de la enfermedad renal crónica con 23.8%, seguido de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica con 15.4%, seguido del hipotiroidismo con 6.9%, la cardiopatía isquémica con 5.4%. La artritis reumatoide, hiperplasia prostática benigna, insuficiencia cardiaca, fibrosis pulmonar y secuelas de parálisis cerebral presentaron 1.5%. La epilepsia, secuelas de tromboembolia pulmonar, presencia de traqueostomía y gastrostomía, fibromialgia, agammaglobulinemia y asma se presentaron el 0.8%. **(Tabla 3)**

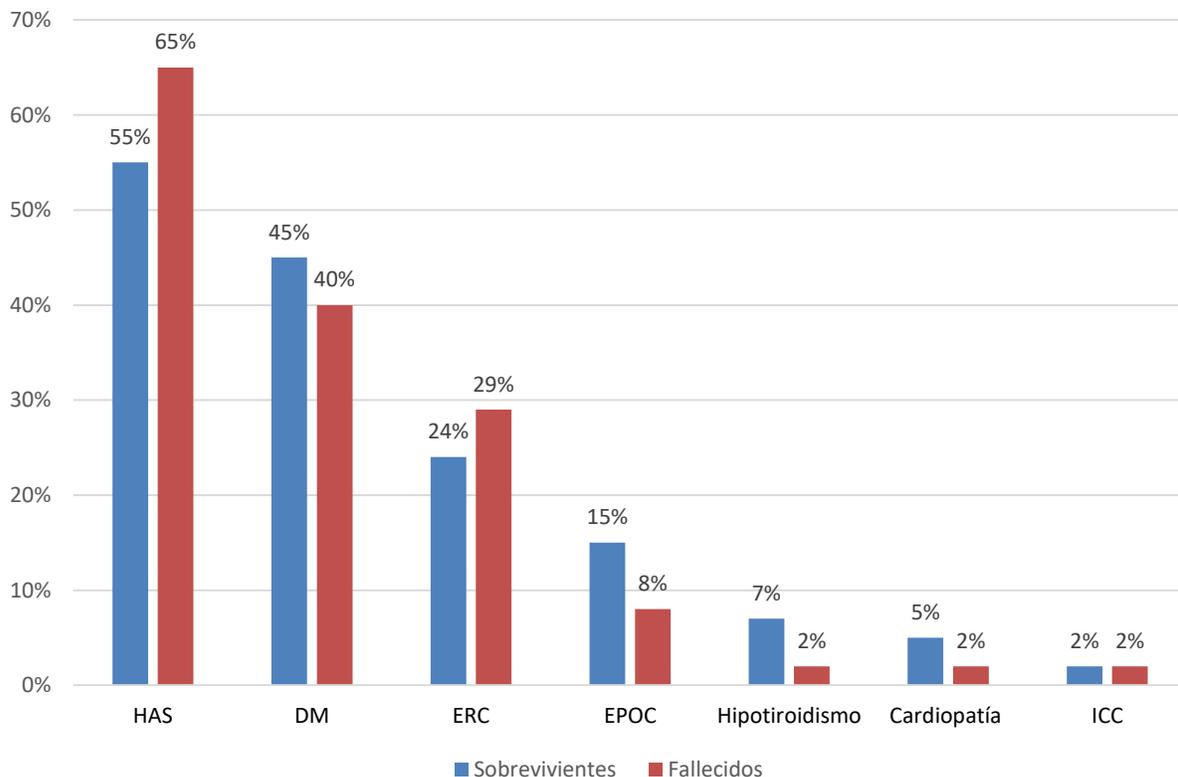
Tabla 3. Comorbilidades

Variables	Muestra general N=195	Vivos N=130	Muertos N=65	Valor de P
HAS, n (%)	114(58.5%)	72(55.4%)	42(64.6%)	0.140
DM, n (%)	85(43.6%)	59(45.4%)	26(40%)	0.288
ERC, n (%)	50(25.6%)	31(23.8%)	19(29.2%)	0.260
EPOC, n (%)	25(12.8%)	20(15.4%)	5(7.7%)	0.096
Hipotiroidismo, n (%)	10(5.1%)	9(6.9%)	1(1.5%)	0.098
Cardiopatía isquémica, n (%)	8(4.1%)	7(5.4%)	1(1.5%)	0.189
AR, n (%)	3(1.5%)	3(2.3%)	0(0%)	0.294
HPB, n (%)	3(1.5%)	3(2.3%)	0(0%)	0.294
ICC, n (%)	3(1.5%)	2(1.5%)	1(1.5%)	0.742
Fibrosis pulmonar, n (%)	2(1%)	2(1.5%)	0(0%)	0.443
Parálisis cerebral, n (%)	2(1%)	2(1.5%)	0(0%)	0.443
Epilepsia, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667
SAOS, n (%)	1(0.5%)	0(0%)	1(1.5%)	0.333
Bronquiectasia, n (%)	1(0.5%)	0(0%)	1(1.5%)	0.333
Hepatopatía, n (%)	1(0.5%)	0(0%)	1(1.5%)	0.333
FA, n (%)	1(0.5%)	0(0%)	1(1.5%)	0.333
Vasculitis, n (%)	1(0.5%)	0(0%)	1(1.5%)	0.333
Sec TEP, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667
Traqueostomía, gastrostomía, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667
Fibromialgia, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667
Agammaglobulinemia, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667
Asma, n (%)	1(0.5%)	1(0.8%)	0(0%)	0.667

Fuente: hoja de recolección de datos

Para la comparación entre las comorbilidades de pacientes sobrevivientes y fallecidos presentamos la grafica 2, se excluyeron las patologías que presentaban 0% en algunos de los grupos con la finalidad de ofrecer una comparación visual más clara, los datos completos se muestran en la Tabla 3.

Gráfica 2. Principales comorbilidades entre pacientes fallecidos y sobrevivientes



Fuente: hoja de recolección de datos

Con relación a las variables clínicas en la población general encontramos para la frecuencia cardiaca al ingreso una media de 101 latidos por minuto, con una desviación estándar de 24 latidos, un mínimo de 32 y máximo de 173 latidos, para la frecuencia cardiaca a las 24 horas encontramos una media de 83 latidos, con una desviación estándar de 18 latidos, un mínimo de 30 latidos y máximo de 148 latidos. Para el VO2max modificado encontramos una media de 29.36 ml/k/min con una desviación estándar de 8.78 mL/K/min, con un mínimo de 9.66 y máximo de 84.50.

Para el puntaje de PSI el promedio fue de 106 puntos con desviación estándar de 33 puntos, mínimo de 27 puntos y máximo de 229 puntos. La clase de riesgo predominante fue la clase 4, seguido de la 2, seguido de la 5 y finalmente de la 3. (**Tabla 4**)

Respecto a las variables clínicas en la población de fallecidos encontramos para la frecuencia cardiaca al ingreso una media de 99 latidos por minuto, con una desviación estándar de 30 latidos, un mínimo de 32 y máximo de 152 latidos, para la frecuencia cardiaca a las 24 horas encontramos una media de 85 latidos, con una desviación estándar de 24 latidos, un mínimo de 30 latidos y máximo de 148 latidos. Para el VO₂max modificado encontramos una media de 29.77 ml/k/min con una desviación estándar de 12.93 mL/K/min, con un mínimo de 9.66 y máximo de 84.50. Para el puntaje de PSI el promedio fue de 135 puntos con desviación estándar de 22 puntos, mínimo de 78 puntos y máximo de 229 puntos. La clase de riesgo predominante fue la clase 5 con 60%, seguido de la 4 con 38.5%, y finalmente de la 3 con 1.5%. (**Tabla 4**)

Respecto a las variables clínicas en la población de sobrevivientes encontramos para la frecuencia cardiaca al ingreso una media de 101 latidos por minuto, con una desviación estándar de 21 latidos, un mínimo de 61 y máximo de 173 latidos, para la frecuencia cardiaca a las 24 horas encontramos una media de 82 latidos, con una desviación estándar de 12 latidos, un mínimo de 50 latidos y máximo de 124 latidos. Para el VO₂max modificado encontramos una media de 29.16 ml/k/min con una desviación estándar de 5.72 mL/K/min, con un mínimo de 18.78 y máximo de 51.60. Para el puntaje de PSI el promedio fue de 92 puntos con desviación estándar de 28 puntos, mínimo de 27 puntos y máximo de 160 puntos. La clase de riesgo predominante fue la clase 4 con 37.7%, seguido de la 2 con 27.7%, de la 3 con 23.8% y finalmente de la 5 con 10.8%. (**Tabla 4**)

Tabla 4. Variables clínicas

Variables	Muestra general N=195	Vivos N=130	Muertos N=65	Valor de P
FC ingreso, lpm	101 ± 24	101 ± 21	99 ± 30	U=0.898
FC 24 H, lpm	83 ± 18	82 ± 12	85 ± 26	U=0.643
VO2max, mL/K/min	29.36 ± 8.78	29.16 ± 5.72	29.77 ± 12.93	U=0.238
PSI, pts	106 ± 33	92 ± 28	135 ± 22	U=0.0001
PSI riesgo				
Clase 2, n (%)	36(18.5%)	36(27.7%)	0(0%)	X²=0.0001
Clase 3, n (%)	32(16.4%)	31(23.8%)	1(1.5%)	X²=0.0001
Clase 4, n (%)	74(37.9%)	49(37.7%)	25(38.5%)	X ² =0.519
Clase 5, n (%)	53(17.2%)	14(10.8%)	39(60%)	X²=0.0001

Fuente: hoja de recolección de datos

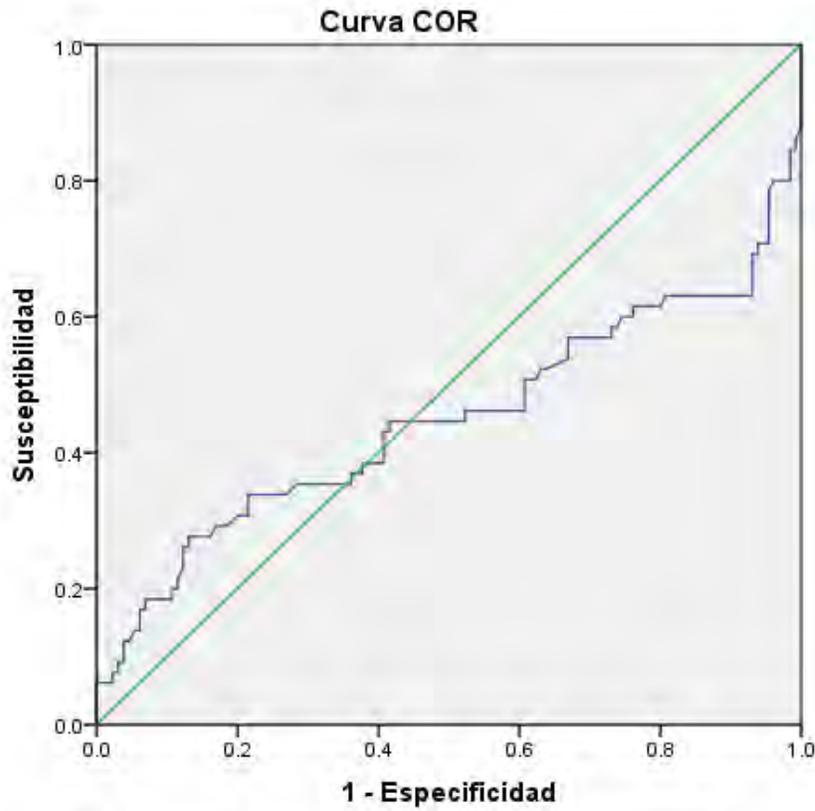
8.3. Variables terapéuticas

De acuerdo al tratamiento utilizado encontramos que en la población general hubo un predominio de cefalosporinas y quinolonas en porcentajes similares (43.6% y 41.5% respectivamente), en menor proporción encontramos a los macrólidos con 34.4% y finalmente a las betalactámicos con 10.8%. (**Tabla 5**)

Asimismo, encontramos que en la población de fallecidos hubo una proporción muy similar en el uso de los 4 antimicrobianos siendo muy cercano al 30% como se observa en la tabla. (**Tabla 5**)

Por último, encontramos que en la población de sobrevivientes hubo un predominio de quinolonas y cefalosporinas con porcentajes de 47.7% y 48.5% respectivamente en menor proporción encontramos a los macrolidos con 36.9% y finalmente a los betalactámicos con 0.8%. (**Tabla 5**)

Gráfica 3. Curva ROC VO2Max-mortalidad



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Fuente: hoja de recolección de datos

Tabla 6. Área bajo la curva ROC VO2Max-mortalidad

Variables resultado de contraste: VO2max modificado en ml/k/min

Área	Error típ. ^a	Sig. asintótica ^b	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
.448	.050	.238	.350	.547

Fuente: hoja de recolección de datos

8.5. Estimaciones de riesgo (or)

Dicho lo anterior procedimos a la búsqueda de asociación a partir del punto de corte descrito por Pedraza Montenegro, Monares y colaboradores en el año 2017 es decir a partir de 25 mL/k/min y encontramos un aumento de 1.9 veces de morir cuando el paciente presentaba una VO2max menor de 25 mL/Kg/min. También buscamos asociaciones entre las comorbilidades con la mortalidad sin encontrar valores

significativos entre la presencia de las comorbilidades, asimismo realizamos el mismo procedimiento para el tipo de antimicrobiano utilizado encontrando un aumento del riesgo de muerte en los pacientes en los que se había empleado betalactámicos de hasta 57 veces (OR=57.333, 7.479 – 439.533), por otro lado encontramos a las quinolonas como factor protector para mortalidad con un OR de 0.453 (0.240 – 0.855). Con relación al sexo, encontramos un leve aumento de riesgo de hasta 1.8 veces de muerte para los hombres. Finalmente encontramos resultados significativos para las diferentes clases de riesgo de acuerdo a la escala de PSI, siendo las más relevantes la clase V en la que el riesgo de muerte incrementa hasta 12 veces y la clase III que se comportó como factor protector para mortalidad, por otro lado la clase 2 presentó resultados a penas significativos para aumentar la mortalidad. (Tabla 7)

Tabla 7. Estimaciones de riesgo para mortalidad

Variable	OR	IC 95 %	p
VO2max menor de 25mL/Kg/min	1.929	1.030 - 3.611	.029
Betalactámicos	57.333	7.479 – 439.533	0.0001
Quinolonas	0.453	0.240 – 0.855	0.01
PSI Clase II	1.691	1.486 – 1.925	0.0001
PSI Clase III	0.050	0.007 – 0.375	0.0001
PSI Clase V	12.429	5.905 – 26.158	0.0001
Sexo masculino	1.895	1.021 – 3.517	0.029

9. DISCUSIÓN

La neumonía adquirida en la comunidad es una de las enfermedades infecciosas más prevalentes en nuestro país y en algunos países se ha descrito como una de las causas principales de sepsis y choque séptico, de hecho se ha descrito un aumento de la morbilidad, mortalidad y el coste de la NAC (3). Tanto en sepsis como en choque séptico, el inicio temprano de antimicrobianos puede influir en el desenlace del paciente, para esto es importante conocer las condiciones clínicas y paraclínicas del paciente que se asocian a un peor pronóstico con la finalidad de instaurar un tratamiento más agresivo en pacientes con mayor probabilidad de muerte.

Uno de los factores de riesgo más estudiados en la enfermedades infecciosas es la edad debido al deterioro del sistema inmunológico cuanto mayor sea la edad, ejemplo de esto es lo descrito por Baez Saldaña y colaboradores en 2020, quienes describieron un aumento de riesgo de mortalidad de 2.5 veces en pacientes de entre 50 a 70 años, si bien en nuestro estudio la mayoría de los pacientes fallecidos se encontraba dentro de este rango de edad, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas, esto quizá secundario a que la mayoría de los pacientes se encontraba en dicho rango de edad. Este mismo estudio describió un incremento de hasta 2 veces de morir para las mujeres, no obstante en nuestro estudio se encontró un riesgo muy similar pero para el sexo masculino, desconocemos la razón específica de estos hallazgos, pero creemos que pueden estar relacionadas variables confusoras no controladas, por lo anterior creemos necesario realizar más estudios con metodologías similares para poder generar revisiones sistemáticas y meta análisis que profundicen en esta variable (2).

Por otro lado, es bien conocido que en México y en otras partes del mundo, la hipertensión y la diabetes mellitus se han asociado con mayor riesgo de muerte en diversas patologías, sin embargo, en nuestro estudio no encontramos diferencias significativas para ninguna de las patologías, no obstante, vale la pena mencionar que Baez y colaboradores encontraron a la hipertensión como factor de riesgo protector para mortalidad en pacientes con neumonía (OR 0.4), lo anterior pone de manifiesto

la necesidad de seguir estudiando los mecanismos cardiorrespiratorios que influyen en las patologías pulmonares (2).

Con respecto al punto de corte de VO₂ máx. nosotros no pudimos encontrar un punto de corte con mayor sensibilidad y especificidad que el descrito por Pedraza Montenegro y Monares, sin embargo, el punto de corte que ellos describen (25 mL/Kg/min) resultó útil para predecir la mortalidad en nuestra población siendo un riesgo de casi el doble de morir, si bien la muestra de estos autores era específicamente en pacientes de la UCI y su enfoque buscaba un punto de corte como factor protector de modo que se pudiera predecir una respuesta adecuada a la reanimación, el mismo punto de corte utilizado a la inversa fue de utilidad para predecir la mortalidad, ya que, aunque los pacientes tenían el diagnóstico específico de choque séptico, se describe a la NAC como causa principal (1).

Otra observación que nos gustaría resaltar es que en el estudio de Quezada Rentería y colaboradores encontraron un punto de corte para el VO₂ máx. de 19 mL/Kg/min a las 12 horas del ingreso describiendo un RR de 0.74, es decir, factor protector para mortalidad, esta diferencia sugiere que los puntos de corte pueden ser distintos de acuerdo al tiempo transcurrido desde el ingreso ya que nuestro punto de corte fue determinado a las 24 horas, por lo anterior proponemos generar estudios similares que determinen el VO₂ máx en diferentes tiempos con la finalidad de establecer el punto de corte con mayor predicción de riesgo y el tiempo óptimo para dicho cálculo (4).

Finalmente, con referencia al tratamiento utilizado, realizamos un análisis de los antibióticos utilizados de forma individual y encontramos que las quinolonas se comportaron como factor protector de mortalidad mientras que los betalactámicos como factor de riesgo, asimismo no encontramos diferencias significativas para los macrólidos, esto contrasta con las recomendaciones de la American Thoracic Society y la Infectious Diseases Society of America quienes consideran que la terapia combinada de betalactámico con macrolido es superior a betalactámico y quinolona. Creemos que esta diferencia de resultados puede ser secundaria a un aumento en la resistencia bacteriana contra los betalactámicos, ya que son los antimicrobianos más

utilizados en los 3 niveles de atención desde edades tempranas y en ocasiones su uso no se encuentra bien justificado.

Dicho lo anterior, la presente investigación ha cumplido con los objetivos propuestos al determinar el nivel de Vo_2 máx. de 29 mL/Kg/min para pacientes con NAC en la población de estudio mencionada, así como al definir las principales variables sociodemográficas y comorbilidades de la población, estableciendo diferentes estimaciones de riesgo para la mortalidad y afirmando la utilidad de dicho cálculo para predecir la mortalidad en pacientes con NAC.

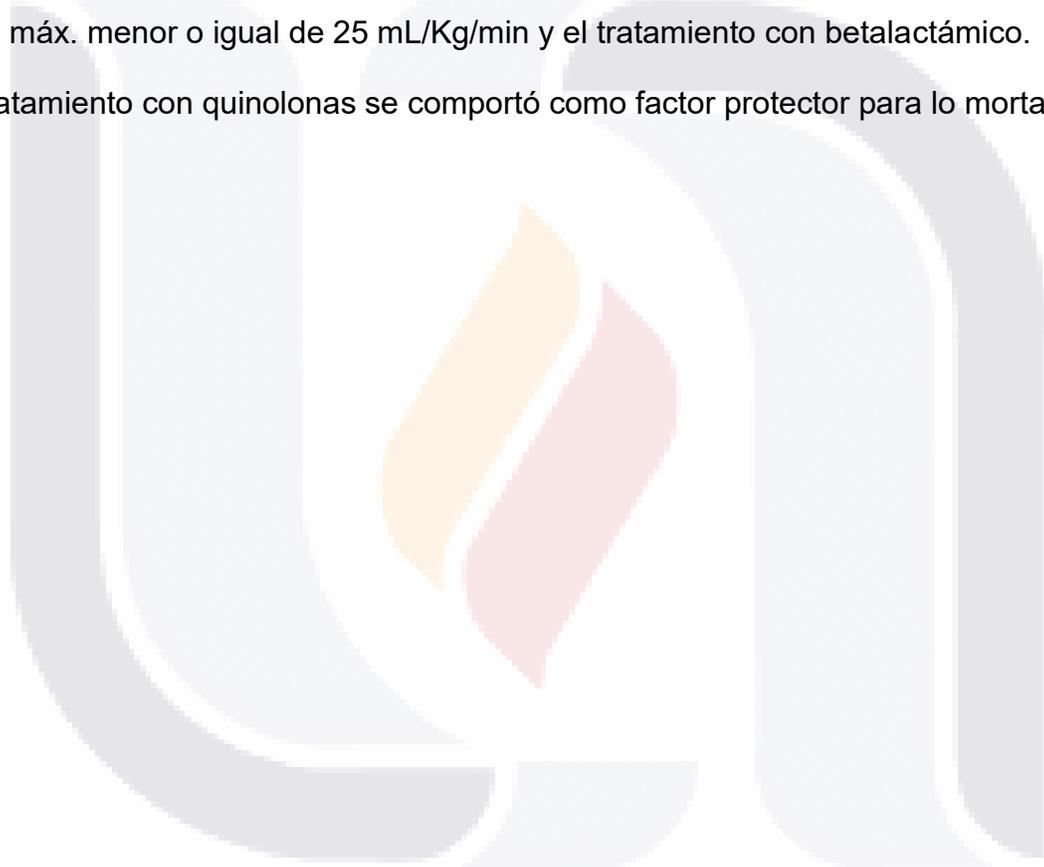


10. CONSLUSIONES

El VO₂ máx. promedio en pacientes con NAC es de 29 mL/Kg/min y el punto de corte igual o menor de 25 mL/Kg/min es de utilidad para predecir el riesgo de mortalidad en pacientes con choque séptico secundario a NAC, la edad promedio fue de 65 años, las principales comorbilidades fueron la hipertensión arterial, diabetes mellitus y la enfermedad renal crónica.

Los factores que se asociaron con mayor riesgo de mortalidad fueron sexo masculino, VO₂ máx. menor o igual de 25 mL/Kg/min y el tratamiento con betalactámico.

El tratamiento con quinolonas se comportó como factor protector para lo mortalidad.



11. GLOSARIO

Neumonía Adquirida en la Comunidad (NAC): Infección aguda del parénquima pulmonar adquirida fuera del ámbito hospitalario, caracterizada por síntomas respiratorios, fiebre y alteraciones radiológicas compatibles, causada por diversos microorganismos.

Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2 máx): Medida de la capacidad máxima del organismo para captar, transportar y utilizar oxígeno durante el ejercicio máximo; refleja la eficiencia del sistema cardiovascular, respiratorio y muscular.

VO_2 máx Modificado: Estimación indirecta del VO_2 máx obtenida mediante parámetros clínicos simples como la frecuencia cardiaca y edad, adaptada para uso en pacientes hospitalizados sin requerir pruebas de esfuerzo.

Mortalidad Hospitalaria: Defunción que ocurre durante la estancia hospitalaria, independientemente de la duración de esta, relacionada con la patología o sus complicaciones.

Frecuencia Cardiaca (FC): Número de latidos cardiacos por minuto; indicador básico de función cardiovascular y respuesta fisiológica al estrés.

Escala PSI (Pneumonia Severity Index): Herramienta clínica utilizada para estratificar el riesgo y pronóstico en pacientes con NAC, basada en variables demográficas, clínicas y de laboratorio.

Comorbilidad: Presencia simultánea de una o más enfermedades crónicas o agudas, además de la enfermedad primaria de interés, que pueden influir en la evolución y pronóstico del paciente.

Antimicrobianos Betalactámicos: Grupo de antibióticos que incluyen penicilinas, cefalosporinas, carbapenémicos y monobactámicos, cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la síntesis de la pared bacteriana.

Quinolonas: Familia de antibióticos bactericidas que actúan inhibiendo la ADN girasa y la topoisomerasa IV, utilizadas en el tratamiento de infecciones respiratorias, entre otras.

Macrólidos: Grupo de antibióticos que inhiben la síntesis proteica bacteriana, comúnmente empleados en el tratamiento de infecciones respiratorias y como parte de terapia combinada en NAC.

Sepsis: Respuesta orgánica desregulada frente a una infección, caracterizada por disfunción orgánica potencialmente mortal.

Choque Séptico: Forma grave de sepsis asociada a hipotensión persistente que requiere vasopresores para mantener una presión arterial media adecuada, junto con alteraciones metabólicas significativas.

Área Bajo la Curva ROC (AUC): Medida estadística que evalúa la capacidad discriminativa de una prueba diagnóstica o pronóstica, indicando qué tan bien distingue entre dos estados (p. ej., sobrevivir o morir).

Odds Ratio (OR): Medida estadística que cuantifica la fuerza de asociación entre un factor de exposición (p. ej., VO_2 máx bajo) y un desenlace (p. ej., mortalidad).

Intervalo de Confianza (IC 95%): Rango de valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor real de una medida, con un nivel de confianza del 95%.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Pedraza Montenegro A, Monares Zepeda E, Aguirre Sánchez JS, Camarena Alejo G, Franco Granillo J. Umbral del consumo máximo de oxígeno (VO₂ máximo) estimado como marcador pronóstico en sepsis y choque séptico. *Med Crit* 2017;31(3):145-151.
2. BAEZ-SALDANA, Renata et al. Modelo predictivo para mortalidad en adultos hospitalizados con neumonía adquirida en la comunidad. *Cir. cir.* [online]. 2020, vol.88, n.5, pp.584-590. Epub 08-Nov-2021. ISSN 2444-054X. <https://doi.org/10.24875/ciru.20001451>.
3. Zan YM, Zheng TP, Wang Y, Shao JF, Wang ZY, Zhao WH, Wu JQ, Xu W. Combining a Frailty Index Based on Laboratory Data and Pneumonia Severity Assessments to Predict In-Hospital Outcomes in Older Adults with Community-Acquired Pneumonia. *J Nutr Health Aging*. 2023;27(4):270-276. doi: 10.1007/s12603-023-1905-1. PMID: 37170434.
4. Quezada RRI, Tapia PJG, Rodríguez GVH, et al. VO₂máx como marcador pronóstico de mortalidad en pacientes con choque séptico en unidad de terapia intensiva. *Med Crit*. 2023;37(3):166-177. doi:10.35366/111291.
5. Ñahui Rojas, H.F. y Olivero Pacheco, N. Uso de mascarillas y VO₂ máximo en universitarios de la carrera de Educación Física. *Lecturas: Educación Física y Deportes* (internet). 2021;26(283), 93-108. <https://doi.org/10.46642/efd.v26i283.2958>
6. Meneguetti MG, Araújo TR de, Laus AM, Martins-Filho OA, Basile-Filho A, Auxiliadora-Martins M. Resting energy expenditure and oxygen consumption in critically ill patients with vs without sepsis. *Nutr Crit Care*. 2019;28(2):136–42.
7. León-Jiménez A, Vázquez-Gandullo E, Montoro-Ballesteros F. Toxicidad pulmonar por oxígeno y COVID-19. *MedicinaIntensiva*46(2022)353-356
8. Guerrero FM, Herrera YDC. Protocolo clínico de diagnóstico y tratamiento de pacientes con neumonía adquirida en la comunidad que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos. Protocolo Médico. Quito. Unidad de Adultos Área de

- Cuidados Intensivos. Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín. Cambios rev. méd. 2021; 20(1):107-116.
9. Cecconi, M., De Backer, D., Antonelli, M., Beale, R., Bakker, J., Hofer, C., ... & Vincent, J. L. (2014). Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. *Intensive Care Medicine*, 40(12), 1795-1815. <https://doi.org/10.1007/s00134-014-3525-z>.
 10. Fuentes-Barría H; Aguilera-Eguía R; Polevoy G.G; Maureira-Sánchez J; Angarita-Dávila L (2024). Efectos del entrenamiento Interválico de Alta Intensidad sobre la capacidad aeróbica y variabilidad cardiaca en estudiantes universitarios. Estudio cuasiexperimental. *Journal of Sport and Health Research*. 16(2):239-248. <https://doi.org/10.58727/jshr.102273>
 11. López J, Sánchez M, Hidalgo J. Neumonía adquirida en la comunidad y principales métodos de predicción de severidad. *Revista Latinoamericana de Hipertensión (internet)*. 2018 (consultado el 28.03.2025)13(2).
 12. Archer SL, Dasgupta A, Chen KH, Wu D, Baid K, Mamatis JE, et al. SARS-CoV-2 mitochondriopathy in COVID-19 pneumonia exacerbates hypoxemia. *Redox Biol*. 2022;58(October):102508.
 13. Hanson NJ, Scheadler CM, Katsavelis D, Miller MG. Validity of the Wattbike 3-Minute Aerobic Test: Measurement and Estimation of Vo2max. *J Strength Cond Res*. 2022;36(2):400–4.
 14. Espinoza R, Silva JRL e., Bergmann A, de Oliveira Melo U, Calil FE, Santos RC, et al. Factors associated with mortality in severe community-acquired pneumonia: A multicenter cohort study. *J Crit Care*. 2019;50:82–6.
 15. Šagát P, Kalčík Z, Bartík P, Šiška L, Štefan L. A Simple Equation to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Older Adults Using the 6 min Walk Test, Sex, Age and Body Mass Index. *J Clin Med*. 2023;12(13):4–11.
 16. Gutierrez G. Central and mixed venous O2 saturation. *Turkish J Anaesthesiol Reanim*. 2020;48(1):2–10.

17. Guo Q, Song WD, Li HY, Zhou YP, Li M, Chen XK, et al. Scored minor criteria for severe community-acquired pneumonia predicted better 11 Medical and Health Sciences 1103 Clinical Sciences. *Respir Res.* 2019;20(1):1–10.
18. Memon RA, Rashid MA, Avva S, Anirudh Chunchu V, Ijaz H, Ahmad Ganaie Z, et al. The Use of the SMART-COP Score in Predicting Severity Outcomes Among Patients With Community-Acquired Pneumonia: A Meta-Analysis. *Cureus.* 2022;14(7):e27248.
19. Kang Y, Fang XY, Wang D, Wang XJ. Activity of daily living upon admission is an independent predictor of in-hospital mortality in older patients with community-acquired pneumonia. *BMC Infect Dis.* 2021;21(1):1–7.
20. Mi-Ae K, Jae SP, Choong WL, Won-Il C. Pneumonia severity index in viral community acquired pneumonia in adults. *PLoS One.* 2019;14(3):1–12.
21. Aston SJ, Ho A, Jary H, Huwa J, Mitchell T, Ibitoye S, et al. Etiology and Risk Factors for Mortality in an Adult Community-acquired Pneumonia Cohort in Malawi. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(3):359–69.
22. Oliynyk O V, Rorat M, Barg W. Oxygen metabolism markers as predictors of mortality in severe COVID-19. *Int J Infect Dis.* 2021;103(1):452–6.
23. Ma H, Liu T, Zhang Y, Ye Z, Jia W, Li Y. Impact of chronic obstructive pulmonary disease on mortality in community acquired pneumonia: A meta-analysis. *J Comp Eff Res.* 2020;9(12):839–48.
24. Theilacker C, Sprenger R, Leverkus F, Walker J, Häckl D, von Eiff C, et al. Population-based incidence and mortality of community-acquired pneumonia in Germany. *PLoS One.* 2021;16(6):e0253118.
25. Brendish NJ, Malachira AK, Beard KR, Armstrong L, Lillie PJ, Clark TW. Hospitalised adults with pneumonia are frequently misclassified as another diagnosis. *Respir Med.* 2019;150(2):81–4.
26. Teixeira-Lopes F, Cysneiros A, Dias A, Durão V, Costa C, Paula F, et al. Intra-hospital mortality for community-acquired pneumonia in mainland Portugal between 2000 and 2009. *Pulmonology.* 2019;25(2):66–70.

27. Huang S, Guo Y, Chen L, Wang Y, Chen X. Clinical muscle mass-related biomarkers that predict mortality in older patients with community-acquired pneumonia. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):1–7.
28. Pessoa E, Bárbara C, Viegas L, Costa A, Rosa M, Nogueira P. Factors associated with in-hospital mortality from community-acquired pneumonia in Portugal: 2000-2014. *BMC Pulm Med.* 2020;20(1):1–10.
29. Peyrani P, Arnold FW, Bordon J, Furmanek S, Luna CM, Cavallazzi R, et al. Incidence and Mortality of Adults Hospitalized With Community-Acquired Pneumonia According to Clinical Course. *Chest.* 2020;157(1):34–41.
30. Berg KM, Grossestreuer A V., Andersen LW, Liu X, Donnino MW. The Effect of a Single Dose of Thiamine on Oxygen Consumption in Patients Requiring Mechanical Ventilation for Acute Illness: A Phase II, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Crit Care Explor.* 2021;3(11):E0579.
31. Millet GP, Burtcher J, Bourdillon N, Manferdelli G, Burtcher M. 2 max Legacy of Hill and Lupton (1923) — 100 Years On The VO Focus on Convective Versus Diffusive From Elite Sports to Clinical Applications. 2023;(1923):1–4.
32. Jang WY, Kang DO, Park Y, Lee J, Kim W, Choi JY, et al. Validation of FRIEND and ACSM equations for cardiorespiratory fitness: Comparison to direct measurement in CAD patients. *J Clin Med.* 2020;9(6):1–13.
33. Hoeyer-Nielsen AK, Holmberg MJ, Grossestreuer A V., Yankama T, Branton JP, Donnino MW, et al. Association Between the Oxygen Consumption: Lactate Ratio and Survival in Critically Ill Patients With Sepsis. *Shock.* 2021;55(6):775–81.
34. Zhou Y, He H, Cui N, Wang H, Zhou X, Long Y. Acute hyperventilation increases oxygen consumption and decreases peripheral tissue perfusion in critically ill patients. *J Crit Care.* 2021;66:148–53.
35. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, da Silva JS, Perez Ruiz M, Donadio MVF. Peak oxygen uptake and mortality in cystic fibrosis: Systematic review and meta-analysis. *Respir Care.* 2019;64(1):91–8.
36. Botta M, Caritg O, van Meenen DMP, Pacheco A, Tsonas AM, Mooij WE, et al. Oxygen Consumption with High-Flow Nasal Oxygen versus Mechanical

- Ventilation—An International Multicenter Observational Study in COVID–19 Patients (PROXY–COVID). *Am J Trop Med Hyg.* 2023;108(5):1035–41.
37. BMJ Best Practice. Neumonía adquirida en la comunidad: epidemiología [Internet]. BMJ Best Practice; [2025]. Disponible en: <https://bestpractice.bmj.com/topics/es-es/17/epidemiology>
38. Salas Hernández J. Neumonía, una de las principales causas de atención hospitalaria en México. Boletín UNAM-DGCS-869 [Internet]. 2023 Nov 11 [citado 2025 Mar 28]; Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2023_869.html
39. OEM. Aguascalientes ocupa el primer lugar en muertes por enfermedades cardíacas [Internet]. El Sol del Centro [citado 2025 Mar 28]. Disponible en: <https://oem.com.mx/elsoldelcentro/ciencia-y-salud/aguascalientes-ocupa-el-primer-lugar-en-muertes-por-enfermedades-cardiacas-18429971>
40. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):70-84
41. Huang D, He D, Gong L, Yao R, Wang W, Yang L, et al. A prediction model for hospital mortality in patients with severe community-acquired pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res.* 2022;23(1):1–12.
42. Uth N. Estimation of VO_2 max from the ratio between HRmax and HRrest—the Heart Rate Ratio Method. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(1):111-5
43. García-García MA, Ramos Bermudez A, Aguirre Oscar. Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del VO_2 max. Revisión sistemática. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(2): 247-260, May-August 2016.
44. Fine MJ, Auble TE, Yealy DM, Hanusa BH, Weissfeld LA, Singer DE, et al. A prediction rule to identify low-risk patients with community-acquired pneumonia. *N Engl J Med.* 1997 Jan 23;336(4):243-50.
45. Querol -Ribelles JM, Tenías JM, Querol-Borrás JM, González-Granda D, Hernández M, Ferreruela R, Martínez I. Validación del Pneumonia Severity Index en la hospitalización de los pacientes con neumonía adquirida en la comunidad. *Med Clin (Barc).* 2004;122(13):481-86.

13. ANEXOS

ANEXO A. Solicitud de excepción de la carta de consentimiento informado



Dra. Virginia Verónica Aguilar Mercado
Presidente de Comité Local de Ética en Investigación
1018
OOAD Aguascalientes
Presente

Aguascalientes, Ags. a 14 de abril de 2025

SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación del Hospital General de Zona número 3 que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **“Nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO2 MAX) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y su relación con la mortalidad en HGZ3 Aguascalientes”** es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Edad, sexo, comorbilidades, presencia de muerte.
- b) Características clínicas: frecuencia cardiaca al ingreso, frecuencia cardiaca a las 24 horas del ingreso.
- c) Tratamiento farmacológico empírico.
- c) Registros analíticos ventilatorios:

Vo2 Max Modificado, puntaje de la Escala Pneumonia Severity Index y clasificación de riesgo.

MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla durante 5 años, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del **protocolo “Nivel de consumo máximo de oxígeno modificado (VO2 MAX) en pacientes adultos con diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad y su relación con la mortalidad en HGZ3 Aguascalientes”** cuyo propósito es para la realización de tesis de especialidad.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud, vigentes y aplicables.

Atentamente _____

ANEXO B. Carta de no inconveniente



AGUASCALIENTES, AGS. 31 MARZO DEL 2025
ASUNTO: CARTA DE NO INCONVENIENTE
MEMORANDUM 0101032020/01/168/2025

Unidad de educación e Investigación en salud
Coordinación de Educación en salud
División Normativa

DR. CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO
PRESIDENTE DEL COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
H. GRAL. DE ZONA NO. 1
P R E S E N T E

Por este conducto manifiesto que **NO TENGO INCOVENIENTE** para que la Dra. Dalila Balderas Vázquez, médico adscrito al Hospital General de Zona. 3 en Jesús María, Aguascalientes, realice como investigadora principal el proyecto con nombre "NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNOSTICO DE NEUMONIA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ 3 AGUASCALIENTES"; el cual, es el protocolo de tesis de la médica residente de Urgencias Médico Quirúrgicas, Dra. Karla Fabiola Anguiano Guzmán con sede en el Hospital General de Zona no. 3.

En espera del valioso apoyo que usted siempre brinda, le reitero la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
Dra. Ana Cecilia Valdivia Martínez
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 3
AGUASCALIENTES

DRA. ANA CECILIA VALDIVIA MARTINEZ
Director del Hospital General de Zona No. 3 OOAD Aguascalientes.

ANEXO C. Manual operacional (Hoja de recolección de datos)

Descripción del documento

La hoja de recolección de datos es un instrumento de recolección diseñado por los autores cuyo objetivo es recabar las variables necesarias para el análisis del estudio propuesto.

En la parte superior del documento se encuentran los datos institucionales, estos deberán ser corroborados por el personal encargado del llenado de este documento. Dichos datos corresponden al Hospital General de Zona número 3, Aguascalientes. El nombre del proyecto deberá corresponder al siguiente: *NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNÓSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES.*

Definición de variables

Edad. Corresponde al tiempo de vida de la persona registrada en su nota médica.

Sexo. Características biológicas que determinan a un individuo como hombre o mujer.

Comorbilidades. Presencia de 2 o más enfermedades.

Frecuencia cardiaca al ingreso. Total, de latidos cardiacos por minuto registrados al ingreso.

Frecuencia cardiaca a las 24 horas. Total, de latidos cardiacos por minuto registrados en nota posterior a 24 horas del ingreso.

VO2 Máx modificado. Fórmula que representa en consumo máximo de oxígeno por el organismo.

Tratamiento farmacológico empírico. Tratamiento antimicrobiano utilizado antes de obtener los resultados de laboratorio o microbiología.

Pneumonia severity Index (PSI). Escala diagnóstica que describe la severidad en pacientes con neumonía.

Clasificación de riesgo (PSI). Clase de riesgo resultante del puntaje obtenido de dicha escala que varía del I-V según la gravedad.

Presencia de muerte. Ausencia de signos vitales, variable registrada de acuerdo con las notas médicas.

Instrucciones de llenado

En la parte superior derecha se encuentra el apartado “Folio interno”, este folio será de acuerdo al destino final del paciente, es decir, si el paciente falleció el folio iniciará con la letra “F” y si el paciente sobrevivió el folio iniciará con la letra “S”, posteriormente se asignará un número consecutivo una vez que se corrobore que el paciente cuenta con la totalidad de las variables requeridas, de modo que el primero paciente con registro de defunción en el expediente, corresponderá al folio “F1”, el segundo con las mismas características “F2” y se continuará sucesivamente hasta completar cada uno de los grupos.

Las variables se encuentran resaltadas en negritas con un fondo azul y se encuentran numeradas, las respuestas a dichas variables se encuentran numeradas con la finalidad de facilitar su recolección en base de datos en el futuro.

Fechas de recolección e ingreso

Para la “Fecha de recolección” se deberá llenar la fecha en la cual el investigador ingresa al expediente para buscar las variables. Para la “Fecha de ingreso al servicio” se registrará la fecha de ingreso de la primera nota en la que el paciente es atendido en el área de urgencias.

Variables del estudio

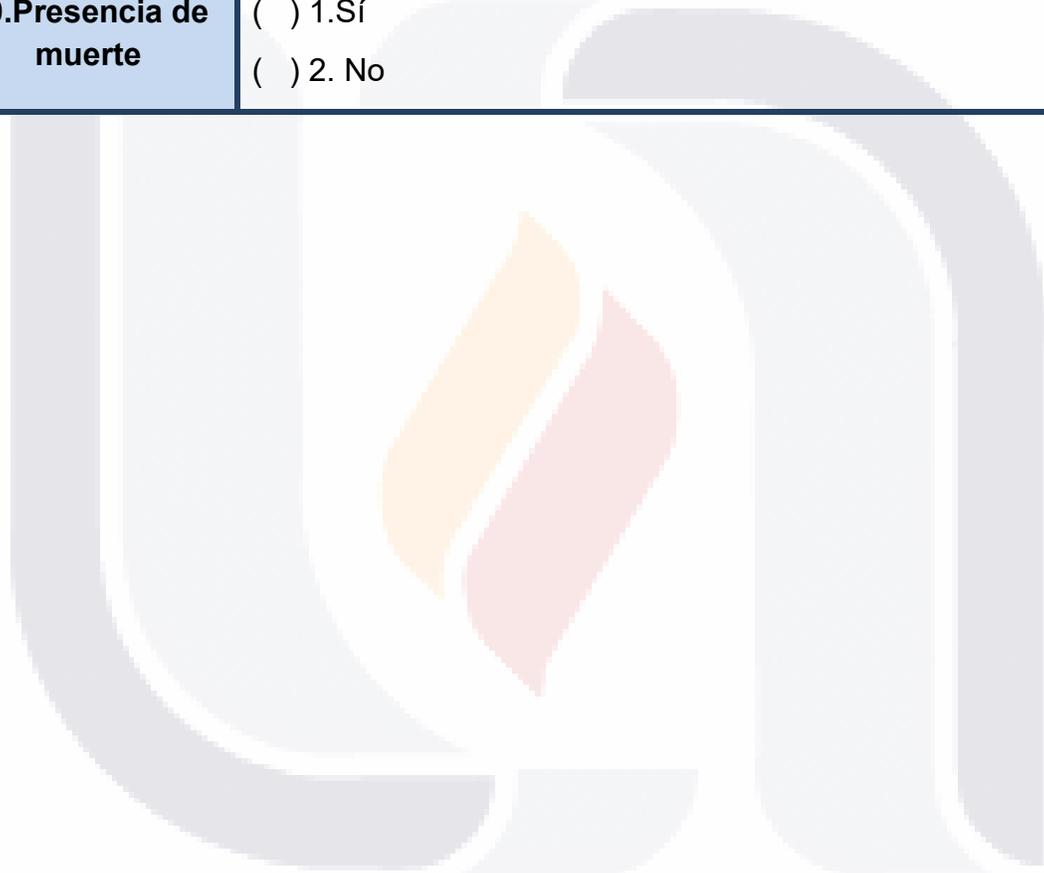
En la variable “1. Edad” se registrará la edad en años registrada en la primera nota de urgencias. En la variable “2. Sexo” se colocará una “X” dentro del paréntesis

correspondiente. En la variable “3. Comorbilidades” se colocará una “X” dentro del paréntesis correspondiente, en caso de presentar comorbilidades adicionales a las propuestas se marcará la respuesta “4” y adicionalmente se escribirán los diagnósticos del paciente. En la variable “4. Frecuencia cardiaca al ingreso” se colocará la frecuencia cardiaca de la primera nota de valoración. En la variable “5. Frecuencia cardiaca a las 24 horas” se colocará la primera frecuencia cardiaca registrada en las notas médicas posterior a 24 horas del ingreso. La variable “6. VO2 Máx” será calculada de acuerdo con la formula $Vo_2 \text{ Máx modificada} = 15 \times FC \text{ máx para la edad} / FC$ a las 24 horas del ingreso. En la variable “7. Tratamiento farmacológico empírico” se colocará una “X” dentro del paréntesis correspondiente dicho tratamiento corresponde al manejo inicial de las primeras 72 horas del ingreso, en caso de presentar un tratamiento distinto se marcará la respuesta “5” y adicionalmente se escribirán los tratamientos empleados del paciente. En la variable “8. PSI” se calculará el puntaje de las escalas de acuerdo al anexo 5 y se colocará el resultado, así como la clase correspondiente a dicho puntaje. En la variable “9. Clasificación de riesgo” se colocará la clase resultante de acuerdo con el anexo 5. En la variable “10. Presencia de defunción” se responderá de acuerdo con la presencia de registro de defunción en el expediente del paciente.

ANEXO D. Hoja de recolección de datos

 Instituto Mexicano Del Seguro Social OOAD Aguascalientes		Folio interno:	
Hospital General Zona N° 3			
<p><i>Protocolo: “ NIVEL DE CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO MODIFICADO (VO2 MAX) EN PACIENTES ADULTOS CON DIAGNÓSTICO DE NEUMONÍA ADQUIRIDA EN LA COMUNIDAD Y SU RELACIÓN CON LA MORTALIDAD EN HGZ3 AGUASCALIENTES”</i></p>			
Fecha de recolección	Día del mes de del año 2025		
Fecha de ingreso al servicio	Día del mes de del año 202__		
1. Edad	Años		
2.Sexo	<input type="checkbox"/> 1. Masculino <input type="checkbox"/> 2. Femenino		
3.Comorbilidades	<input type="checkbox"/> 1. Hipertensión arterial sistémica <input type="checkbox"/> 2. Diabetes mellitus <input type="checkbox"/> 3. ERC <input type="checkbox"/> 4. Otra _____		
4.Frecuencia cardíaca al ingreso	_____ —	5.Frecuencia cardíaca a las 24 h del ingreso	_____ —
6.VO2 Máx modificado	_____ mL/kg/min	7. Tratamiento	<input type="checkbox"/> 1.Quinolona <input type="checkbox"/> 2.Cefalosporina

		farmacológico o empírico	() 3.Macrólido () 4.Beta lactámico () 5.Otro _____
8.Pneumonia severity Index (PSI)	_____ puntos	9.Clasificació n de riesgo (PSI)	_____
10.Presencia de muerte	() 1.Sí () 2. No		



ANEXO E. Pnemonía severity Index

Variable	Puntos
Edad Hombres	Edad en años
Edad mujeres	Edad en años - 10
Institucionalización en residencia	+10
Comorbilidad	
Enfermedad neoplásica activa	+30
Hepatopatía crónica	+20
Insuficiencia cardiaca congestiva	+10
Enfermedad cerebrovascular	+10
Enfermedad renal	+10
Hallazgos físicos	
Alteración del nivel de conciencia	+20
Frecuencia respiratoria mayor de 30 por minuto	+20
Tensión Arterial Sistólica < 90 mmHg	+20
Temperatura <35°C o > 40°C	+15
Frecuencia cardiaca > 125	+10
Presencia de alteraciones analíticas	
pH arterial < 7,35	+30
Urea > 64 mg/dL	+20
Sodio sérico < 130 mEq/L	+20
Glucosa > 250 mg/dL	+10
Hematocrito < 30%	+10
pO2 < 60 mmHg	+10
Presencia de derrame pleural en la radiografía	+10
Clasificación	
Clase I	-----
Clase II	70 o menor
Clase III	71-90
Clase IV	91-130
Clase V	Mayor de 130