

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**“EVALUACIÓN POR ECOCARDIOGRAFÍA PORTÁTIL EN PACIENTES  
CON TUBERCULOSIS PULMONAR”**

**POR**

**DRA. DANIELA PAOLA GIRÓN LÓPEZ**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA**

**NOVIEMBRE 2025**



# EVALUACIÓN POR ECOCARDIOGRAFÍA PORTÁTIL EN PACIENTES CON TUBERCULOSIS PULMONAR

Aprobación de la Tesis:

---

Dr. med Ramiro Flores Ramírez  
Director de Tesis.

---

Dr. med Luis Adrián Rendón Pérez  
Codirector de Tesis.

---

Dr. med Luis Adrián Rendón Pérez  
Jefe del Departamento de Medicina Interna

---

Dra. Mónica Sánchez Cárdenas  
Jefe de Enseñanza del Departamento de Medicina Interna

---

Dr. med Juan Fernando Góngora Rivera  
Coordinador de Investigación del Departamento de Medicina Interna

---

Dr. med Felipe Arturo Morales Martínez  
Subdirector de Estudios de Posgrado





**UANL**

**HOJA CON LA DECLARACIÓN DE LOS LUGARES EN DONDE SE  
DESARROLLÓ EL TRABAJO, SEÑALANDO QUIENES FUERON LOS QUE  
DIRIGIERON EL TRABAJO.**

**EVALUACIÓN POR ECOCARDIOGRAFÍA PORTÁTIL EN PACIENTES CON  
TUBERCULOSIS PULMONAR**

Este trabajo fue realizado en piso de Medicina Interna y en la consulta externa de Pacientes con Tuberculosis del Centro de Investigación, Prevención y Tratamiento de Infecciones Respiratorias (CIPTIR) del Servicio de Neumología en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" de la Universidad Autónoma de Nuevo León bajo la dirección del Dr. med. Ramiro Flores Ramírez y la codirección del Dr. med. Luis Adrián Rendón Pérez

---

Dr. med. Ramiro Flores Ramírez  
Director de tesis

---

Dr. med. Luis Adrián Rendón Pérez  
Codirector de tesis



## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, ante todo, a Dios, por la fortaleza y claridad otorgadas a lo largo de este proceso. A mis padres Octavio Girón y Blanca López, quienes con su acompañamiento diario, su ejemplo y los valores que me inculcaron, la disciplina, la honestidad, la empatía y el compromiso con el servicio han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional. A mis hermanos, Thania Girón, por demostrarme la fuerza que nace de la lucha constante ante las adversidades, y Octavio Girón, por ser un ejemplo a seguir en cada uno de mis pasos, recordándome con su valentía y resiliencia la importancia de avanzar con integridad. A mis sobrinos Ricardo y Regina, por su cariño y por representar una motivación permanente.

A mi director Dr. Ramiro Flores y co-director Dr. Adrián Rendón, agradezco profundamente su guía, paciencia y rigor académico, que enriquecieron cada etapa del estudio, así como la confianza y apoyo durante el proyecto. A mis profesores, en particular al Dr. Edgar Carrizales, por su guía durante el proyecto, sus enseñanzas y la claridad con la que orientó el desarrollo de esta investigación. Extiendo también mi gratitud a los residentes de cardiología, por su colaboración comprometida.

A mis compañeros de residencia, quienes se convirtieron en mi familia dentro del hospital, especialmente a Karla Violante y Andrea Villaseñor, quienes han sido un pilar incondicional durante estos cuatro años, brindándome apoyo, compañía y aliento en los momentos más retadores.

Finalmente, agradezco de manera especial a los pacientes que permitieron su valoración; su disposición y confianza dieron sentido y propósito a esta investigación. Cada persona que ha formado parte de este proceso, incluso aquellas que no alcanzo a mencionar, ha contribuido de manera significativa a mi crecimiento y a la culminación de este trabajo. A todas ellas les debo un agradecimiento profundo. Este logro no surge únicamente de mi esfuerzo; es también el resultado del apoyo, la confianza y las enseñanzas de quienes caminaron a mi lado y me demostraron que tanto la medicina como la vida se sostienen en el acompañamiento, la generosidad y un sentido auténtico de propósito.

## LISTADO DE ABREVIATURAS

A2C	Proyección apical de dos cavidades
A4C	Proyección apical de cuatro cavidades
EPOC	Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
FEVI	Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo
FoCUS	Cardiac Ultrasound Examination
GC	Gasto cardiaco
IVT	Tracto de Salida del Ventrículo Izquierdo
PLAX	Eje largo paraesternal
PSAX	Eje corto paraesternal
POCUS	Point-of-care Ultrasound
PCR	Pruebas de reacción en cadena de la polimerasa
RAP	Presión auricular
TAPSE	Desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo
TB-DR	Tuberculosis farmacorresistente
TB-MDR	Tuberculosis multirresistente
TB-pre-XDR	Tuberculosis extensamente resistente
TB-XDR	Tuberculosis extensamente resistente
TB-RR	Tuberculosis resistente a la rifampicina
TRV	Jet de velocidad de la regurgitación tricuspídea
VCI	Vena Cava Inferior
VExUS	Venous Excess Ultrasound Score
VIH	Virus de Inmunodeficiencia Humana

## LISTA DE TABLAS

Número	Título de la tabla	Página
1	Características demográficas y antropométricas de la población	35
2	Manifestaciones clínicas en pacientes con Tuberculosis Pulmonar	37
3	Evaluación pulmonar por radiografía de tórax y ultrasonido. Clasificación de congestión venosa por protocolo VExUS	39
4	Hallazgos durante la evaluación cardiaca por ecocardiografía de bolsillo	41
5	Comparación de hallazgos radiológicos en pacientes clasificados como Tuberculosis Susceptible y TB-DR/TB-MDR	42
6	Comparación entre VExUS y FoCUS según clasificación de TB por tratamiento farmacológico	44

## LISTA DE FIGURAS

Número	Título de la tabla	Página
1	Valoración Ecográfica Cardíaca	38
2	Representación gráfica de hallazgos radiográficos en pacientes con Tuberculosis Pulmonar	40
3	Hallazgos radiográficos en pacientes con TB susceptible y en TB-DR/TB-MDR	42
4	Comparación del gasto cardíaco entre pacientes con TB pulmonar susceptible y TB-DR/TB-MDR	45

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. RESUMEN .....	6
CAPÍTULO II. INTRODUCCIÓN .....	7
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS .....	17
CAPÍTULO IV. OBJETIVOS.....	18
CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODOS .....	19
CAPÍTULO VI. RESULTADOS .....	37
CAPÍTULO VII. DISCUSIÓN.....	48
CAPÍTULO VIII CONCLUSIÓN.....	52
CAPÍTULO IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
CAPÍTULO X. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO .....	57



## CAPÍTULO I.

### RESUMEN

**Introducción:** La tuberculosis pulmonar, aunque su afectación primaria es respiratoria, puede coexistir con alteraciones cardiovasculares. La ecocardiografía portátil se ha propuesto como una herramienta accesible y de bajo riesgo para identificar oportunamente dichas alteraciones y complementar evaluación clínica inicial.

**Objetivos:** Demostrar la utilidad del Ecocardiograma de bolsillo para detectar alteraciones cardiovasculares en pacientes con Tuberculosis Pulmonar.

**Métodos:** Estudio descriptivo de pacientes con diagnóstico de Tuberculosis pulmonar. Se excluyeron casos con tuberculosis extrapulmonar, antecedentes cardiovasculares, neoplasias o EPOC. A cada participante se le efectuó una evaluación clínica, radiográfica y ecocardiográfica mediante ecocardiografía de bolsillo (Lumify S4-1), siguiendo protocolos FoCUS y VExUS. Se valoraron función cardíaca global, alteraciones valvulares, congestión venosa y hallazgos pulmonares asociados.

**Resultados:** Se reclutaron 32 pacientes. De los cuales 28 con el diagnóstico de Tuberculosis susceptible (87.5%), 2 Tuberculosis farmacorresistente (6.3%) y 2 Tuberculosis multidrogorresistente (6.3%). Al realizar el Ecocardiograma de bolsillo, se identificó fracción de eyección se encontró preservada en 93.8%. El 75% presentó líneas B sin evidencia de congestión pulmonar. Se identificó derrame pericárdico en 9.4%, insuficiencia tricuspídea leve en 56.3% y crecimiento de cavidades derechas en 12.5%. La ventana ecocardiográfica fue adecuada en 50%, compleja en 43.7% y mala en 6.25%.

**Conclusión:** La ecocardiografía portátil es un método factible y útil, práctico para el abordaje inicial de pacientes con tuberculosis pulmonar al permitir la detección temprana de alteraciones cardiovasculares. Sin embargo, su uso rutinario puede estar limitado por las características de esta población infectocontagiosa, la variabilidad en la calidad de la ventana acústica y la necesidad de condiciones controladas para su adecuada realización. Estos factores deben considerarse antes de implementarlo sistemáticamente en todos los pacientes.



## ABSTRACT

**Introduction:** Pulmonary tuberculosis, although primarily a respiratory disease, may coexist with cardiovascular abnormalities. Portable echocardiography has been proposed as an accessible, low-risk tool to enable the timely identification of these abnormalities and to complement the initial clinical assessment.

**Objectives:** To demonstrate the usefulness of pocket-sized echocardiography in detecting cardiovascular alterations in patients with pulmonary tuberculosis.

**Methods:** We conducted a descriptive study of patients diagnosed with pulmonary tuberculosis. Individuals with extrapulmonary tuberculosis, prior cardiovascular disease, neoplasms, or COPD were excluded. Each participant underwent a clinical, radiographic, and echocardiographic assessment using a pocket ultrasound device (Lumify S4-1), following FoCUS and VExUS protocols. Global cardiac function, valvular abnormalities, venous congestion, and associated pulmonary findings were evaluated.

**Results:** A total of 32 patients were included. Among them, 28 had drug-susceptible tuberculosis (87.5%), 2 had drug-resistant tuberculosis (6.3%), and 2 had multidrug-resistant tuberculosis (6.3%). Pocket echocardiography revealed a preserved ejection fraction in 93.8% of cases. Seventy-five percent exhibited B-lines without evidence of pulmonary congestion. Pericardial effusion was identified in 9.4%, mild tricuspid regurgitation in 56.3%, and right-sided chamber enlargement in 12.5%. Image quality was classified as adequate in 50%, complex in 43.7%, and poor in 6.25%.

**Conclusion:** Portable echocardiography is a feasible and useful method for the initial evaluation of patients with pulmonary tuberculosis, as it enables early detection of cardiovascular alterations. Nevertheless, its routine use may be limited by the infectious nature of this population, variability in acoustic window quality, and the need for controlled conditions to ensure optimal imaging. These factors should be considered before implementing this technique systematically in all patients.



## **CAPÍTULO II.**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **MARCO TEÓRICO**

La tuberculosis es causada por el bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, considerada como una de las principales patologías infectocontagiosas identificándose una alta tasa de morbilidad y mortalidad a nivel mundial con predominio en países en vías de desarrollo.

En 2022, la tuberculosis se convirtió en la segunda causa de mortalidad por enfermedad infecciosa después de COVID-19. También fue la principal causa de muerte entre las personas con VIH y una de las principales causas de muertes relacionadas con la resistencia a los antimicrobianos. A nivel mundial, se estimó que 10.6 millones de personas enfermaron de tuberculosis; teniendo un aumento en las muertes por Tuberculosis en 3000 en 2022 en comparación con 2021. (1) Se identificaron 239,987 casos nuevos, con un 74% de cobertura de tratamiento, incremento del 4% comparado con 2021 y 4619 personas iniciaron tratamiento para tuberculosis farmacorresistente. (1,2)

A nivel mundial, la tuberculosis epidemiológicamente se ha reconocido mayor incidencia y prevalencia en países de la región Sub-Sahariana en África y en el Sudeste de Asia (3); sin embargo, en México en 2019, se reportaron 20,285 nuevos casos, de los cuales el 80% fueron de tuberculosis pulmonar (4). Se describe una prevalencia por encima de la media nacional en estados como Nuevo León, identificándose una tasa media nacional de 15.7 y en Nuevo León 27.8 por cada 100,000 habitantes (5).

Para el diagnóstico de tuberculosis pulmonar se han desarrollado técnicas microbiológicas y moleculares; la amplificación y detección de los ácidos nucleicos del complejo *M. tuberculosis* se considera una prueba diagnóstica



sensible y específica, teniendo la ventaja de detectar la resistencia a determinados fármacos contra la tuberculosis. (6) Las pruebas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por su sigla en inglés) en tiempo real, como Xpert MTB/RIF y Truenat, son métodos diagnósticos utilizados en la detección del ADN del complejo *M. tuberculosis*, con la ventaja de identificar mutaciones en el gen y la correlación con la resistencia a la rifampicina.

Las pruebas con sondas lineales (LPA, por su sigla en inglés), detectan la cepa del complejo *M. tuberculosis* y determina el perfil de farmacorresistencia de primera y segunda línea (por ejemplo, la isoniacida, las fluoroquinolonas y los fármacos inyectables); siendo más complejas en la técnica de obtención de resultados, pero con mayor precisión y tiempo corto (5 horas) para obtención de resultado. (6)

*M. tuberculosis* considerado patógeno respiratorio, sin embargo, pueden identificarse manifestaciones extrapulmonares. La afección cardiovascular se ha observado en las estructuras de pericardio, miocardio y en la aorta como principales sitios descritos; la pericarditis es la manifestación extrapulmonar más común de tuberculosis que afecta el corazón. (7, 8) El daño miocárdico se observa posterior a una diseminación hematógena y en menor medida por vía linfática. La afección pericárdica es la manifestación extrapulmonar identificada en el 1-2% de la población con diagnóstico de tuberculosis. (9)

La vía de diseminación para generar afección pericárdica es a través de la vía linfática mediastinal, paratraqueal y peribronquial o directamente de la pleura o pulmón. 20-40% de la pericarditis progresa a ser constrictiva, siendo tuberculosis la principal causa, en áreas endémicas y se ha observado una tasa de mortalidad del 85% aproximadamente en pacientes sin tratamiento. (10) Por lo cual, la presencia de derrame pericárdico sin ser constrictivo es un indicador de buen pronóstico; ya que la inflamación del pericardio ocasiona alteraciones en la mecánica del corazón, perpetuando el daño miocárdico. (11)



Asimismo, se pueden identificar factores de riesgo cardiovasculares que pueden aumentar en la incidencia del daño cardíaco en pacientes con tuberculosis pulmonar, al observarse la relación entre la activación de monocitos-macrófagos y las células Th1 liberando interferón- $\gamma$ , interleucina 1 y otras citocinas en la aterogénesis y en la ruptura de la placa de ateroma, compartiéndose esta propiedad pro-inflamatoria en los pacientes con tuberculosis. (12)

El Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” es un hospital regional que provee atención médica a pacientes de la región noreste de la República Mexicana, incluyendo los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí. (4) Las técnicas de genotipificación para identificar infección por *M. Tuberculosis*, y posteriormente determinar linajes de resistencia asociados a co-infección con Virus de Inmunodeficiencia Humana o antecedente de Diabetes Mellitus como principales patologías asociadas y mayor riesgo para desenlace de resistencia a tratamiento farmacológico como se describe en el estudio de Flores-Aréchiga, et al.

La sintomatología referida por los pacientes con alteración cardiovascular secundario a tuberculosis no es específica, se ha reportado fatiga, hiporexia, pérdida de peso, tos, fiebre, dolor torácico, palpitaciones, disnea y casos con sintomatología asociada a infarto agudo de miocardio, generando retraso en el diagnóstico. Los signos con una mayor prevalencia se describen la fiebre, taquicardia, cardiomegalia (11). Como complemento a la exploración física, la presencia de adenopatías, soplo cardíaco, masa cervical pulsátil son hallazgos que pueden orientarnos ante la sospecha de afección cardiovascular; propiamente las manifestaciones de tuberculosis miocárdica incluyen masa intracardiaca, aneurisma y oclusión de las arterias coronarias, pseudoaneurisma ventricular izquierdo. (11, 14, 15)

Los estudios de radiodiagnóstico incluyen la radiografía de tórax con alta sensibilidad pero baja especificidad, siendo de gran utilidad para determinar

envío de pacientes con sospecha de tuberculosis pulmonar a prueba molecular confirmatoria y posteriormente evidenciar complicaciones cardíacas asociadas (13); los hallazgos radiográficos son la presencia de nódulos parahiliares y mediastinales, infiltrado reticulonodular de predominio en lóbulo superior, cavitaciones y datos de fibrosis con tracción, además, derrame pleural. La Tomografía Axial Computarizada, es considerada el estudio de referencia por alta sensibilidad en la detección y caracterización de alteraciones pulmonares; sin embargo, el ultrasonido tanto pulmonar como cardíaco es un estudio de imagen seguro, portátil y con ventaja costo-efectiva, sin exposición a radiación (3).

La ecografía portátil se ha convertido en una herramienta valiosa en la evaluación de pacientes con tuberculosis pulmonar, ofreciendo una visión detallada de las posibles complicaciones cardíacas asociadas. (16, 17) Este método no invasivo proporciona información crucial para el diagnóstico temprano y la gestión de la tuberculosis extrapulmonar. Los pacientes con tuberculosis pulmonar tienen un riesgo significativo de desarrollar complicaciones cardíacas, y la ecocardiografía portátil emerge como una técnica esencial para evaluar dichas complicaciones.

El término POCUS (Pulmonar Ultrasound Examination), se ha descrito en la literatura como un estudio ultrasonográfico realizado e interpretado en tiempo real, operador dependiente (13, 18). Como abordaje diagnóstico se ha desarrollado el protocolo de ecocardiografía de bolsillo, FoCUS (Cardiac Ultrasound Examination), el cual, utiliza tres abordajes principalmente: subcostal (cuatro cámaras, imagen longitudinal de la vena cava inferior), paraesternal izquierdo (eje largo y eje corto) y apical (cuatro, cinco, tres y dos cámaras); teniendo como objetivo mediciones como la función sistólica del ventrículo izquierdo, función sistólica del ventrículo derecho, presencia o ausencia de derrame pericárdico o tamponade, signos de insuficiencia cardíaca, alteraciones valvulares, presencia de masas. (19)

Los hallazgos ecocardiográficos en pacientes con pericarditis tuberculosa varían entre derrame pleural, pericarditis y pericarditis constrictiva (7), sin embargo, no



se ha desarrollado estudio para seguimiento o abordaje por ecocardiografía de bolsillo. Cullen et al, han identificado adecuada correlación entre los hallazgos de ecocardiografía estándar y el dispositivo de bolsillo, tanto en criterios para determinar alteraciones en la función ventricular o para clasificar alteraciones en la contractilidad segmentaria.

El diagnóstico de tuberculosis pleural, pericárdica y abdominal con PoCUS (Point-of-care ultrasound), ha permitido generar dos protocolos, el protocolo FASH básico que incluye el abordaje de tres variables: derrame pericárdico, derrame pleural y ascitis. El FASH plus incluye la búsqueda intencionada de adenopatías abdominales (>15 mm de diámetro), bazo con imagen hipoeoica y lesiones hipoeoicas en hígado. (22, 23, 19)

Alteraciones ecocardiográficas identificadas como probable complicación o secuela secundaria a infección por *Mycobacterium tuberculosis* son datos de disfunción diastólica del ventrículo derecho, pudiendo identificar datos de hipertensión arterial pulmonar. (21, 22, 23) El rastreo ecocardiográfico al realizar mediciones cómo estimar la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) con la fórmula modificada de Bernoulli y el jet de velocidad de la regurgitación tricuspídea (TRV) y estimando la presión auricular (RAP) por medición del diámetro y colapsabilidad de la vena cava. (23, 24, 25)

Los hallazgos identificados por ecocardiografía en pacientes con complicación de pericarditis constrictiva es la presencia del desplazamiento del tabique interventricular hacia el ventrículo izquierdo durante la inspiración identificado en la proyección apical de cuatro cámaras. Además, otra alteración sugestiva de afección del pericardio es el visualizar engrosamiento difuso o un aumento en el brillo pericárdico, considerándose un hallazgo importante durante la valoración ecocardiográfica de los pacientes con tuberculosis pulmonar. (10, 26)

La evidencia demostrada a través de la ecocardiografía portátil en pacientes con tuberculosis y pericarditis constrictiva se basa en la búsqueda intencionada de

los parámetros hemodinámicos sugerentes como la interdependencia ventricular, así como la persistencia del engrosamiento pericárdico. (27, 28, 29)

Kalla *et al*, identificaron decremento del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE) como potencial desarrollo de hipertensión arterial pulmonar como complicación de tuberculosis pulmonar en pacientes con tratamiento antituberculoso. (21)

El tratamiento para tuberculosis pulmonar se divide en primera y segunda línea principalmente, el cual se determina posterior a realizar pruebas de sensibilidad a fármacos a través de técnicas moleculares y genotípicas para detectar mutaciones que confieren resistencia; posteriormente se realiza una subclasificación a partir del perfil de resistencia y se describen los siguientes perfiles: tuberculosis farmacorresistente (TB-DR), tuberculosis multirresistente (TB-MDR), tuberculosis previa ser extensamente resistente (TB-pre-XDR), tuberculosis extensamente resistente (TB-XDR) y tuberculosis resistente a la rifampicina (TB-RR). (1, 15)

Los esteroides han sido utilizados como terapia adyuvante al tratamiento con antituberculosos como prevención de pericarditis constrictiva. Se considera controversial asociado a una disminución en requerimiento de pericardiocentesis o pericardiectomía, pero los resultados no fueron estadísticamente significativos. Sin embargo, se identificó la correlación de progresión a fisiología constrictiva en pacientes con tratamiento antituberculoso durante 6 meses, asociado a 3 meses con esteroides. (10, 30)



## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

A pesar de que existe literatura que reporta la asociación entre pacientes con tuberculosis pulmonar y alteraciones cardiovasculares, aun se reserva para su estudio el análisis de los pacientes con esta patología cuando se encuentren asintomáticos. La evaluación por ecocardiografía portátil es un método no invasivo que nos permite identificar las alteraciones cardiovasculares tanto estructurales como de contractilidad, que podrá brindarnos información valiosa y necesaria para demostrar la fuerte asociación.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las alteraciones cardiovasculares identificadas por ecocardiografía portátil en pacientes con tuberculosis pulmonar?



## **JUSTIFICACIÓN**

La relevancia del estudio se determina por la alta incidencia de pacientes con tuberculosis pulmonar en México, asociado a un compromiso cardiovascular que es considerado como una de las manifestaciones extrapulmonares más comunes y el lograr determinar un diagnóstico temprano a través de la ecocardiografía portátil. Además, se desconoce la prevalencia de las alteraciones cardíacas en pacientes con tuberculosis pulmonar.

### **CAPÍTULO III.**

#### **HIPÓTESIS**

##### **Hipótesis alterna:**

El ecocardiograma de bolsillo es útil para detectar alteraciones cardiovasculares en pacientes con Tuberculosis Pulmonar.

##### **Hipótesis nula**

El ecocardiograma de bolsillo no es útil para detectar alteraciones cardiovasculares en pacientes con Tuberculosis Pulmonar.



## **CAPÍTULO IV.**

### **OBJETIVOS**

#### **Objetivo primario**

Demostrar la utilidad del Ecocardiograma de bolsillo para detectar alteraciones cardiovasculares en pacientes con Tuberculosis Pulmonar.

#### **Objetivos secundarios**

1. Describir y evaluar el impacto de la presencia de alteraciones cardiovasculares detectadas por ecocardiografía de bolsillo en el abordaje de los pacientes con Tuberculosis Pulmonar.
2. Comparar los hallazgos en la radiografía de tórax con los hallazgos por ecocardiografía de bolsillo en pacientes con Tuberculosis Pulmonar.
3. Confirmar la factibilidad de realizar ecocardiografía de bolsillo dirigido como parte del abordaje en los pacientes con Tuberculosis Pulmonar en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”

## **CAPÍTULO V. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño metodológico**

Observacional, descriptivo, transversal.

### **Población en estudio**

Pacientes hospitalizados a cargo del servicio de Medicina Interna y en la Consulta de Pacientes con Tuberculosis en el Centro de Investigación, Prevención y Tratamiento de Infecciones Respiratorias (CIPTIR) del Servicio de Neumología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”

## **Criterios de selección**

### **Criterios de Inclusión**

- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes con diagnóstico de tuberculosis pulmonar

### **Criterios de exclusión**

- Pacientes menores de 18 años
- Pacientes embarazadas
- Pacientes con diagnóstico de tuberculosis extrapulmonar
- Pacientes con diagnóstico de cáncer
- Pacientes con antecedente de un evento cardiovascular (Infarto Agudo de Miocardio, Evento Cerebrovascular, Enfermedad Arterial Periférica, patología cardíaca congénita)
- Pacientes con diagnóstico de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), diagnosticados por los criterios GOLD
- Pacientes con diagnóstico de pericarditis reumática
- Negación para participar

### **Criterios de Eliminación**

- No tener resultado de prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, prueba molecular o biopsia para diagnosticar Tuberculosis Pulmonar
- No haberse realizado Ecocardiografía de bolsillo



## **Definición de pacientes con tuberculosis pulmonar y tratamiento farmacológico**

### **1. Tuberculosis susceptible a fármacos**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia.

### **2. Tuberculosis farmacorresistente**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia, pero con resistencia a cualquier fármaco contra la tuberculosis.

### **3. Tuberculosis multirresistente**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia, pero con resistencia a isoniazida + rifampicina.

### **4. Tuberculosis previa a ser extensamente resistente**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia, pero con resistencia a rifampicina (y que también puede ser resistente a isoniácida) y que además, son resistentes al menos a una fluoroquinolona (levofloxacino o moxifloxacino).

### **5. Tuberculosis extensamente resistente**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia, pero con resistencia a rifampicina (y que pueden ser resistente a isoniácida), además, resistentes al menos una fluoroquinolona (levofloxacino o moxifloxacino) y al menos un fármaco del “grupo A) (bedaquilina o linezolid).

### **6. Tuberculosis XMDR**

Pacientes con prueba positiva por examen microscópico de bacilos acidorresistentes, cultivo de micobacterias, por prueba molecular o por biopsia, pero con resistencia a tratamiento con fluoroquinolonas + amikacina, capreomicina, kanamicina + isonizadía /rifampicina.

### **Variables por estudiar durante el rastreo ecocardiográfico**

<b>EJE LARGO PARAESTERNAL</b>
Coaptación de las valvas anterior y posterior de la válvula Mitral
Coaptación de las valvas de la válvula aórtica
ventrículo izquierdo (imagen entre los músculos papilares)
Identificar flujos de regurgitación excéntricos y defectos del tabique ventricular
Descartar o identificar insuficiencia aórtica
Observar la valva posterior de la válvula Tricúspide y la coaptación de sus valvas

<b>EJE CORTO PARAESTERNAL</b>
Exploración 2D y Doppler de la válvula Aórtica
Exploración 2D y Doppler de la válvula Mitral
Exploración 2D a nivel de músculos papilares

<b>CUATRO CÁMARAS</b>
Identificar la longitud completa del ventrículo izquierdo y el endocardio
Coaptación de la válvula Mitral y las valvas septal y anterior de la válvula Tricúspide
Pared libre del ventrículo derecho y movimiento anular de la válvula Tricúspide
Visualización del tracto de salida del ventrículo izquierdo y válvula aórtica

<b>EJE SUBCOSTAL</b>
Exploración 2D y Doppler identificando aurícula derecha, vena cava inferior y vena hepática
Medición de la vena cava inferior

## **Descripción del diseño**

El reclutamiento de pacientes se realizó en el área de hospitalización a cargo del departamento de Medicina Interna y en la Consulta de Tuberculosis del Servicio de Neumología. Si el paciente cumplía con los criterios de inclusión, padecer tuberculosis pulmonar, se procedía a hacer la invitación para participar. Para obtener el consentimiento informado de manera verbal, el investigador explicaba a detalle el estudio, incluyendo riesgos y beneficios, e invitaba al paciente a participar, otorgándole la oportunidad de hacer preguntas. El paciente tenía el derecho de cambiar de opinión y retirar su consentimiento en cualquier momento. Una vez que el participante había comprendido la información y estaba de acuerdo, se registraba su consentimiento verbal, el cual quedaba documentado en los archivos del estudio. En situaciones donde los participantes no eran capaces de otorgar el consentimiento, se consideraba la inclusión de un tercero (representante legal) que ayudara a asegurar que el consentimiento se diera de manera voluntaria.

Se explicaba de forma verbal al paciente que la valoración consistía en un ultrasonido de bolsillo como método no invasivo para identificar alteraciones cardiovasculares en pacientes sintomáticos y asintomáticos; por lo cual se consideraba un procedimiento de riesgo mínimo. Se advertía que podía ocasionar dolor leve al colocar el transductor sobre el tórax, aunque generalmente era un procedimiento bien tolerado por los sujetos de investigación.

Se utilizaba una hoja de recolección de datos donde se incluían las variables a estudiar, con el fin de lograr una mejor organización de la información. Se hacía énfasis en que la información obtenida sería utilizada exclusivamente para fines de investigación clínica, empleando medidas apropiadas para mantener la confidencialidad de los sujetos incluidos. Se daba oportunidad para aclarar dudas y decidir la participación en el estudio. Los pacientes eran enrolados de manera consecutiva. A los pacientes hospitalizados bajo el servicio de Medicina Interna se les pedía permiso para proceder con el rastreo ecocardiográfico con el equipo



de bolsillo. A los pacientes abordados en la consulta externa de Tuberculosis en el Centro de Investigación, Prevención y Tratamiento de Infecciones Respiratorias (CIPTIR) del Servicio de Neumología se les solicitaba acudir en un día asignado para realizar el estudio mencionado.

#### Evaluación clínica

Se recolectaban características demográficas como fecha de nacimiento, género, peso y talla. Se interrogaba intencionadamente sobre antecedentes personales patológicos relacionados con factores de riesgo cardiovascular tradicionales (diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica, dislipidemia, tabaquismo). Además, se preguntaba por sintomatología típica de pacientes con tuberculosis y compromiso cardiovascular. Posteriormente, se describían las características de la enfermedad, incluyendo fecha de diagnóstico de tuberculosis pulmonar, fecha de inicio de tratamiento farmacológico, clasificación, método diagnóstico y esquema terapéutico otorgado según la presencia o ausencia de resistencia farmacológica.

#### Radiografía de tórax

La radiografía de tórax se reconoce como un método diagnóstico sensible para tuberculosis pulmonar, aunque de baja especificidad. La Organización Mundial de la Salud la cataloga como estudio esencial para diagnóstico, seguimiento y pronóstico en estos pacientes. Se describieron los hallazgos en parénquima pulmonar (infiltrados alveolares o intersticiales, cavernas, consolidaciones) y complicaciones como derrame pleural, derrame pericárdico o cardiomegalia, que podían sugerir alteraciones cardíacas. Por ello, se considera una herramienta útil para complementar los hallazgos identificados mediante ultrasonido portátil.

#### Ecocardiografía de bolsillo

La ecocardiografía de bolsillo se realizó con un transductor de matriz en fase de banda ancha Lumify S4-1 (Philips Healthcare, Andover, MA, USA). La evaluación se efectuó siguiendo los estándares de las guías de Ecocardiografía

Transtorácica. A cada paciente se le asignó un folio para correlacionar las imágenes ecocardiográficas grabadas, las cuales posteriormente eran analizadas para seguimiento.

La ecocardiografía se iniciaba con la exploración del eje largo paraesternal (PLAX), colocando el transductor en el tercer o cuarto espacio intercostal con la marca dirigida al hombro derecho, identificando la raíz aórtica y continuando la evaluación en 2D y Doppler. Se continuaba con la vista del tracto de entrada del ventrículo derecho inclinando el transductor hacia el hombro izquierdo. El eje corto paraesternal (PSAX) se obtenía rotando el transductor 90° y realizando oscilaciones para obtener vistas apicales y basales. La proyección apical de cuatro cavidades (A4C) se localizaba cerca del punto de máximo impulso; ajustando la inclinación y rotación del transductor se obtenían las variantes A5C o rotando el transductor 30° contra el sentido del reloj para conseguir una vista apical de dos cavidades (A2C).

La evaluación seguía el protocolo FoCUS (Cardiac Ultrasound Examination), empleando proyecciones subcostal, paraesternal izquierda (ejes largo y corto) y apical, con el objetivo de valorar contractilidad, gasto cardiaco, estados hiperdinámicos y derrames pericárdicos. Se complementaba con el protocolo VExUS (Venous Excess Ultrasound Score) para evaluar congestión venosa sistémica. Para ello, se visualizaba la vena cava inferior (VCI) en el plano subxifoideo, midiendo su diámetro mediante modo-M y determinando el índice de colapsabilidad. Si la VCI superaba los 2 cm, se procedía a evaluar venas suprahepáticas, porta y renales para asignar un grado de congestión.

#### Confidencialidad

Para mantener la confidencialidad, a cada participante se le asignaba un número de folio y el número de registro hospitalario para control interno. El manuscrito final no incluía ningún dato que permitiera identificar a los sujetos de investigación.

## Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	FORMA DE REPORTE	
DEMOGRÁFICAS				
Edad	Edad en años	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana	años
Género	Género	Cuantitativa, normal	Frecuencia y porcentaje	Masculino Femenino
Peso	kilogramos	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana	kilogramos (kg)
Talla	metros	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana	metros (m)
ANTECEDENTES PERSONALES				
Alcoholismo	Presencia de alcoholismo	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana	Si (g/semana) No
Tabaquismo	Presencia de tabaquismo	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana	Si (IT) No
Toxicomanías	Presencia de toxicomanías	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Diabetes Mellitus	Presencia de Diabetes Mellitus	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Hipertensión Arterial Sistémica	Presencia de Hipertensión Arterial Sistémica	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
VIH	Presencia de VIH	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
TUBERCULOSIS PULMONAR Y TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO				
Tuberculosis primaria	Presencia de tuberculosis primaria	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Tuberculosis farmacorresistente	Presencia de tuberculosis farmacorresistente	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Tuberculosis multirresistente	Presencia de Tuberculosis multirresistente	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Tuberculosis previa a ser extensamente resistente	Presencia de Tuberculosis previa a ser extensamente resistente	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No



Tuberculosis extensamente resistente	Presencia de Tuberculosis extensamente resistente	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Tuberculosis XMDR	Presencia de Tuberculosis XMDR	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
CUADRO CLÍNICO				
Dolor torácico	Dolor torácico de etiología cardíaca	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Disnea	Sensación de falta de aire o dificultad para respirar	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3 Grado 4
Soplo cardíaco	Presencia de soplo cardíaco a la auscultación	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Soplo aórtico Soplo pulmonar Soplo tricuspídeo Soplo mitral
Índice de masa corporal	División de kilogramos de peso entre cuadrado de talla en cm	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Peso inferior al normal (<18.5) Normal (18.5-24.9) Sobrepeso (25.0-29.9) Obesidad (>30.0)
Presión arterial	Presión arterial en mmHg	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana y RIC	mmHg
Frecuencia cardíaca	Latidos cardíacos por minuto	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana y RIC	Lpm
Saturación de oxígeno	Porcentaje de saturación de oxígeno	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana y RIC	%
Frecuencia respiratoria	Respiraciones por minuto	Cuantitativa, discreta	Media y DE o mediana y RIC	Rpm
RADIOGRAFÍA DE TÓRAX				
Proyección	Proyección posteroanterior o anteroposterior	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	PA AP
Alteración en tejidos blandos	Disminución o aumento de tejidos blandos por rx tórax	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Cardiomegalia	Presencia de índice cardiotorácico >0.5	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Infiltrado reticulonodular	Opacidades lineales que se entrelazan y producen un patrón reticular	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Derrame pleural	Acumulación de líquido en cavidad pleural, con borramiento de ángulo costofrénico	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No

VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS				
Diámetro VCI	Diámetro de Vena Cava Inferior	Cuantitativa, continua	Media y DE o mediana y RIC	Cm
Índice de colapso VCI	Índice de colapsabilidad de la vena cava inferior con la inspiración	Cuantitativa, continua	Media y DE o mediana y RIC	%
Evaluación VExUS	Grado VExUS	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3
Líneas B pulmonares	Tres o más líneas B en tres campos pulmonares	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
Derrame pleural por ultrasonido	Presencia de derrame pleural visualizado por ultrasonido	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si No
FEVI	Apreciación cualitativa de la FEVI	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Preservada Disminuida
Presencia de defectos segmentarios	Áreas específicas del corazón con alteración en la contractilidad	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Hipocinesia Discinesia Akinesia
IVT	Medición cuantitativa de IVT por ultrasonido	Cuantitativa, continua	Media y DE o mediana y RIC	cm
Gasto Cardíaco	Obtención de GC por evaluación por ultrasonido	Cuantitativa, continua	Media y DE o mediana y RIC	L/min
TAPSE	Medición cuantitativa de TAPSE por ultrasonido	Cuantitativa, continua	Media y DE o mediana y RIC	mm
Derrame pericárdico	Presencia de derrame pericárdico visualizado por ultrasonido	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve <0.5, moderado 0.5-1.5 cm, moderado-severo 1.5-2.5 cm, severo >2.5) No
Estenosis aórtica	Apreciación cualitativa de estenosis aórtica	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No
Insuficiencia aórtica	Apreciación cualitativa de insuficiencia aórtica	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No
Estenosis mitral	Apreciación cualitativa de estenosis mitral	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No
Insuficiencia mitral	Apreciación cualitativa de insuficiencia mitral	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No
Estenosis tricuspídea	Apreciación cualitativa de estenosis tricuspídea	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No

Insuficiencia tricuspea	Apreciación cualitativa de insuficiencia tricuspea	Cualitativa, nominal	Frecuencia y porcentaje	Si (leve, moderada, severa) No
VIH: Virus Inmunodeficiencia Humana; VCI: Vena Cava Inferior; FEVI: Fracción de Eyección del Ventriculo Izquierdo; IVT: Tracto de Salida del Ventriculo Izquierdo; TAPSE: Desplazamiento Sistólico del plano del anillo tricuspeo; pro-BNP: Propéptico Natriurético Cerebral				



### **Tamaño de muestra**

Se realizó un tamaño de muestra poblacional con muestreo a conveniencia al no identificarse estudios publicados en los que se estime directamente la proporción de pacientes con tuberculosis pulmonar y alteraciones cardiovasculares por ecocardiografía portátil. Cumpliendo con los criterios de inclusión previamente descritos y siendo descartados aquellos pacientes con criterios de exclusión o de eliminación. A los pacientes hospitalizados o captados en el área de consulta se integrarán a la muestra otorgándoles un folio y registro para mantener confidencialidad.

Fue un muestreo de casos consecutivos sin cálculo de tamaño de muestra y se incluyó a todos los participantes durante el periodo de reclutamiento

## **Consideraciones éticas**

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial adaptada por 52a Asamblea General, en Edimburgo, Escocia en el año 2000 en su Artículo 11, considerando también el artículo 13, el 15 y las últimas enmiendas de la declaración; que señalan que la investigación debe basarse en un conocimiento cuidadoso del campo científico, se revisó detalladamente la bibliografía para redactar los antecedentes y la metodológica del proyecto. Esta investigación está de acuerdo con la Ley General de Salud y la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos, como parte de las regulaciones a la que se apegará la realización de este estudio y de acuerdo a el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud" en su Título 2º, Capítulo 1º, Artículo 17, Fracción II, se considera como investigación de bajo riesgo ya que se utilizará el rastreo ecocardiográfico con equipo de bolsillo y esto no pone en riesgo la salud del paciente.

Los procedimientos de este estudio se apegan a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, buenas prácticas clínicas y se llevará a cabo en plena conformidad con los siguientes Principios de la "Declaración de Helsinki" donde el investigador garantiza que 1) se realizó una búsqueda minuciosa de la literatura científica sobre el tema a realizar 2) el protocolo será sometido a evaluación por el comité de ética e investigación 3) el protocolo será realizado por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un equipo de médicos clínicamente competentes y certificados en su especialidad, 4) se guardará confidencialidad de los participantes del estudio, 5) se suspenderá si se comprueba que los riesgos superan los posibles beneficios, lo cual en este caso no aplica, 6) la publicación de los resultados de esta investigación preservará la exactitud de los resultados obtenidos. Agregando a lo anterior, se respetarán los principios contenidos en el Código de Nüremberg y el Informe Belmont.

### **Consentimiento informado**

Se solicitará exención del consentimiento informado al tratarse de un estudio que no involucra ninguna intervención.

### **Comité de ética**

El presente protocolo de investigación será sometido al comité de ética e investigación de nuestra institución para aprobación. El equipo de investigación se apegará a las sugerencias proporcionadas por el mismo. Previo a realizar cualquier procedimiento relacionado a este estudio, se deberá contar con los dictámenes favorables del Comité de Ética en Investigación y del Comité de Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

### **Confidencialidad**

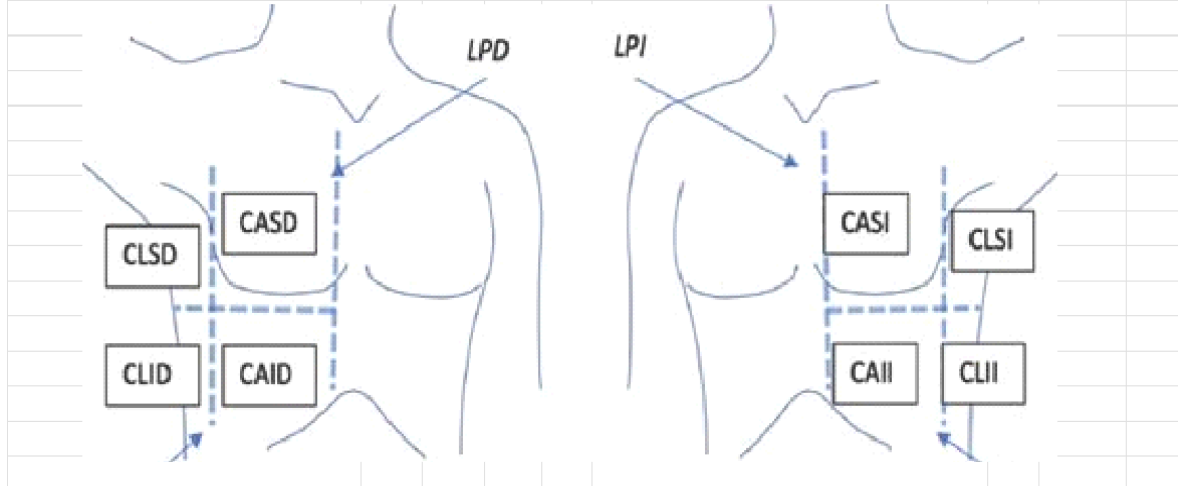
Respetando la confidencialidad del participante, únicamente los miembros del equipo de investigación tendrán acceso a la información recopilada y los resultados serán divulgados únicamente con una intención científica, sin utilizar datos personales de ningún paciente.

### **Financiamiento**

El financiamiento del presente estudio será realizado con recursos propios de los servicios de Medicina Interna del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, de manera que no se solicitarán recursos de instituciones o empresas externas.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS													
Nombre (Iniciales):					Fecha:								
Edad:				Género:		Registro:							
Peso:				Talla:		IMC:							
ANTECEDENTES					ANTECEDENTES / DATOS TUBERCULOSIS								
Tabaquismo	Si	No	IT:	Tuberculosis primaria				Si	No				
Alcoholismo	Si	No	G/sem:	Tuberculosis farmacorresistente				Si	No				
Toxicomanías	Si	No		Tuberculosis multirresistente				Si	No				
Diabetes Mellitus	Si	No		Tb previa a ser extensamente resistente				Si	No				
Hipertensión Arterial Sistémica	Si	No		Tb extensamente resistente				Si	No				
Infección por VIH	Si	No		Tuberculosis XMDR				Si	No				
					Método de diagnóstico								
CUADRO CLÍNICO					MEDICAMENTOS								
Dolor torácico	Si	No		DO TBAL				Si	No				
Disnea	G1	G2	G3	G4	Fluoroquinolonas				Si	No			
Soplo cardíaco	A	P	T	M	Bedaquilina				Si	No			
Estertores crepitantes	Si	No		Linezolid				Si	No				
Ingurgitación yugular	Si	No		Capreomicina				Si	No				
Presión Arterial Sistólica				mmHg	Kanamicina				Si	No			
Presión Arterial Diastólica				mmHg	Rifampicina (monoterapia)				Si	No			
Frecuencia Cardíaca				lpm	Isoniazida (monoterapia)				Si	No			
Saturación de oxígeno				%	Otros								
Frecuencia respiratoria				rpm									
VARIABLES ECOCARDIOGRÁFICAS					VEXUS								
FEVI estimada	P	D		Vena Cava Inferior				cm					
Defectos segmentarios	H	D	A	Venas suprahepáticas				S>D	S<D	SR			
IVT				cm	Vena porta				C	30-50%	>50%		
Gasto cardíaco				L/min	Vena renal interlobar				C	S/D	D		
TAPSE				mm	GRADO VEXUS				0	1	2	3	
Derrame pericárdico	L	M	MS	S									
Estenosis aórtica	Si: L / M / S			No	ULTRASONIDO PULMONAR								
Insuficiencia aórtica	Si: L / M / S			No	Líneas B				Si	No			
Estenosis mitral	Si: L / M / S			No	Número de Líneas B				1	2	>3		
Insuficiencia mitral	Si: L / M / S			No	Distribución				1/2/3/4/5/6/7/8				
Estenosis tricuspídea	Si: L / M / S			No	Derrame pleural				Si	No			
Insuficiencia tricuspídea	Si: L / M / S			No									





## **Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS versión 27. Inicialmente, se llevó a cabo una depuración de la base de datos para verificar la integridad de la información y asegurar la consistencia de las variables registradas. Las variables cuantitativas se evaluaron mediante medidas de tendencia central y dispersión, y debido a que la distribución de la mayoría de los datos no fue normal, se describieron como mediana y rango intercuartílico. Las variables cualitativas se resumieron como frecuencias absolutas y proporciones. Posteriormente, se organizaron los resultados en tablas descriptivas para facilitar la caracterización clínica, demográfica, ecocardiográfica y radiológica de la población de estudio.

Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	FEB – OCT 2024	NOV 2024	DIC 2024	ENE 2025	FEB 2025	MAR 2025	ABRIL 2025	MAY 2025	JUN 2025	JUL 2025	AGO 2025	SEPT 2025	OCT 2025	NOV 2025
ELABORACIÓN PROTOCOLO	X													
REGISTRO DE PROTOCOLO ANTE EL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN		X	X											
CAPACITACIÓN ENCUESTADOR O COLECTOR DE INFORMACIÓN	X	X	X	X										
COLECCIÓN DE INFORMACIÓN					X	X	X	X	X	X	X	X		
CAPTURA DE DATOS													X	X
ANÁLISIS DE DATOS													X	X
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS													X	X
FORMULACIÓN DE REPORTE													X	X
REDACCIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO													X	X

## CAPÍTULO VI.

### RESULTADOS

Se incluyeron 32 pacientes con diagnóstico de tuberculosis pulmonar. La mediana de edad fue de 30 años (20.2–41.8), predominando el sexo masculino con 65.6%. El índice de masa corporal (IMC) promedio fue de 20.8(18.8-22.5). Dentro de esta población, se identificaron diversos factores de riesgo cardiovascular tradicionales, incluyendo alcoholismo activo en 56.3%, tabaquismo activo en un 43.8%, diabetes mellitus en un 34.4%, hipertensión arterial sistémica en 9.4%. En relación con las características de la tuberculosis, la mayoría de los casos correspondió a tuberculosis susceptible a fármacos (87.5%). El método diagnóstico más común fue BAAR (56.3%). El 90.6% de los pacientes recibió tratamiento DOTBAL como esquema farmacológico. Otros detalles relacionados con las características de la población estudiada se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Características demográficas y antecedentes personales

Características demográficas y antropométricas de la población	
Muestra 32 pacientes	
Edad (años)	30.0 (20.2 - 41.8)
Género	
Femenino	11 (34.4%)
Masculino	21 (65.5%)
Talla (m)	1.65 (1.60 - 1.70)
Peso (kg)	57.0 (48.3 - 65.0)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20.8 (18-8 - 22.5)

Antecedentes personales y comorbilidades	
Alcoholismo	18 (56.3%)
Consumo de alcohol (g/semana)	13.2 (0.0 - 79.2)
Tabaquismo	14 (43.8%)
Índice tabáquico (paquetes/año)	0.0 ( 0.0-3.5)
Toxicomanías	13 (40.6%)
Diabetes Mellitus	11 (34.4%)
Hipertensión Arterial Sistémica	3 (9.4%)
Infección por VIH	2 (6.3%)
Características clínicas y diagnósticas de Tuberculosis pulmonar	
Clasificación	
Tuberculosis susceptible a fármacos	28 (87.5%)
Tuberculosis farmacorresistente	2 ( 6.3%)
Tuberculosis multirresistente	2 ( 6.3%)
Método diagnóstico	
BAAR	18 ( 56.3%)
Cultivo	5 (15.6%)
Seegene	4 (12.5%)
Xpert MTB/RIF	5 (15.6%)
Tratamiento farmacológico	
DOTBAL	29 (90.6%)
Fluoroquinolona + Linezolid	1 (3.1%)
Fluoroquinolona + Linezolid + Bedaquilina	1 (3.1%)
Fluoroquinolona + Linezolid + Capreomicina	1 (3.1%)

VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana), BAAR (Bacilos ácido alcohol resistentes), DOTBAL (Rifampicina, Isoniazida, Pirazinamida, Etambutol)

Respecto a la valoración clínica, se identificaron los siguientes hallazgos. Los síntomas cardiovasculares y respiratorios fueron frecuentes: 75% presentó dolor



torácico y 62.5% estertores crepitantes. Los grados de disnea, presencia de soplos y hallazgos clínicos adicionales se reportan en Tabla 2. Las variables de estado clínico al momento de la valoración, como frecuencia cardiaca, respiratoria, saturación y uso de oxígeno suplementario se sintetizan en Tabla 2.

Tabla 2. Manifestaciones clínicas

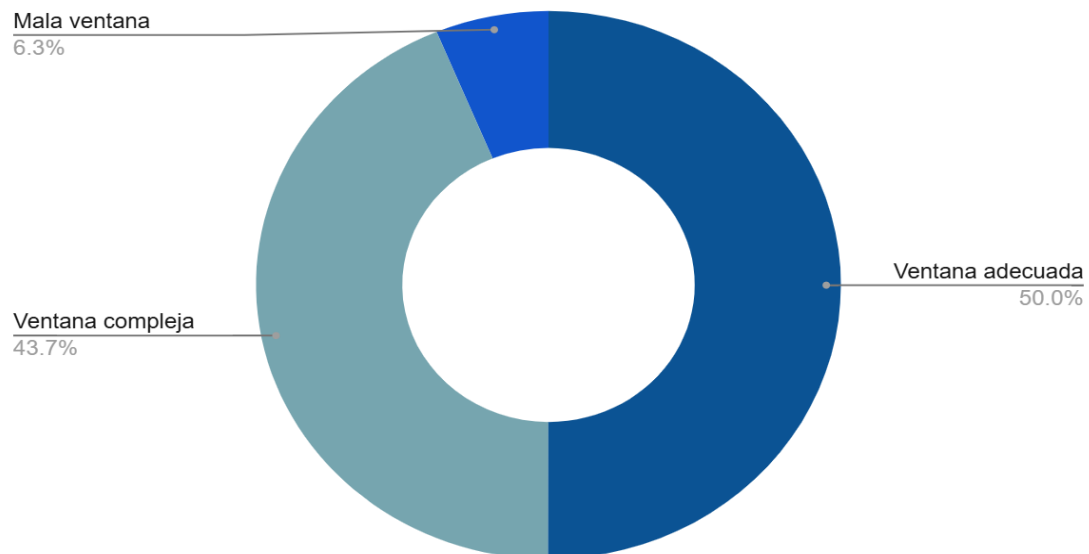
Manifestaciones clínicas respiratorias y cardiovasculares	
Muestra 32 pacientes	
Dolor torácico	24 (75%)
Disnea	
Grado 1	8 (25%)
Grado 2	8 (25%)
Grado 3	7 (21.9%)
Grado 4	3 (9.4%)
Negado	6 (18.8%)
Soplo cardiaco	0 (0%)
Estertores crepitantes	20 (62.5%)
Ingurgitación yugular	5 (15.6%)
Signos vitales	
Oxígeno suplementario	
Puntas nasales	12 (37.5%)
Cánulas nasales de alto flujo	1 (3.1%)
Sin requerimiento	19 (59.4%)
Frecuencia cardiaca (lpm)	97.5 (83-111)
Frecuencia respiratoria (rpm)	18 (17-19.8)
SatO <sub>2</sub> (%)	96 (94.2 - 97)
Temperatura (°C)	36.6 (36.4 - 37.2)

SatO<sub>2</sub> (Saturación parcial de oxígeno)

En la evaluación radiográfica, la proyección más empleada fue AP (59.4%). Los hallazgos más comunes incluyeron infiltrado reticulonodular (96.9%), cavitaciones (34.3%) y consolidación (18.7%). Los resultados completos se encuentran en Tabla 3.

Al realizar la valoración ecográfica cardiaca y pulmonar de bolsillo se consideró como adecuada ventana para la obtención de las imágenes en el 50% de los pacientes, compleja en el 43.7% requiriendo tiempo prolongado para la obtención del estudio a pie de cama del paciente y el 6.25% restante presentó una mala ventana, lo cual influyó en la obtención subóptima de algunas imágenes cardíacas, particularmente en la evaluación de cavidades derechas, aunque sin repercusión en la valoración pulmonar.

Figura 1. Valoración Ecográfica Cardíaca



Respecto a la evaluación de la radiografía de tórax en comparación con el ultrasonido pulmonar, se pudo determinar la presencia de nódulos pulmonares los cuales se pueden describir como lesiones focales hipocogénica, redondeadas sin producir interrupción directa de la línea pleural. La asociación con tuberculosis pulmonar es menos frecuente; dentro de nuestra valoración se describió en el 6.25% de los pacientes, siendo sin significancia estadística. Sin embargo, la presencia de nódulos subpleurales identificados como lesiones

focales adheridas directamente a la línea pleural, que produce interrupción, engrosamiento o irregularidad pleural, reflejan una asociación muy frecuente en tuberculosis pulmonar activa; en nuestro estudio se pudo identificar en el 78.12% (25 de 32 pacientes). Los nódulos subpleurales se asociaron con consolidación en 7 de 25 pacientes, derrame pleural 4/25, en comparación a la radiografía de tórax, solo el 50% se identifica en ambos estudios; y derrame pericárdico 3/25. En 8 de 25 pacientes, los nódulos subpleurales fueron la única anomalía encontrada por ultrasonido. Se detectó cavitación por ultrasonido en ocho pacientes, de los cuales 7 correlacionaban con el hallazgo concomitante por radiografía de tórax, se describieron como áreas anecoicas o hipoecoicas dentro de una consolidación pulmonar sólida con paredes gruesas e irregulares.

A pesar de estas limitaciones técnicas, la medición del diámetro de la vena cava inferior mostró una mediana de 1.31 cm (1.01–1.50), con un índice de colapsabilidad mayor al 50% en 90.6% de los pacientes. Ningún paciente presentó congestión venosa significativa (VExUS 0 en 100%). Se identificaron líneas B pulmonares en el 75% de los casos, sin evidencia de congestión pulmonar ecográfica. La síntesis de estas variables se presenta en Tabla 3.

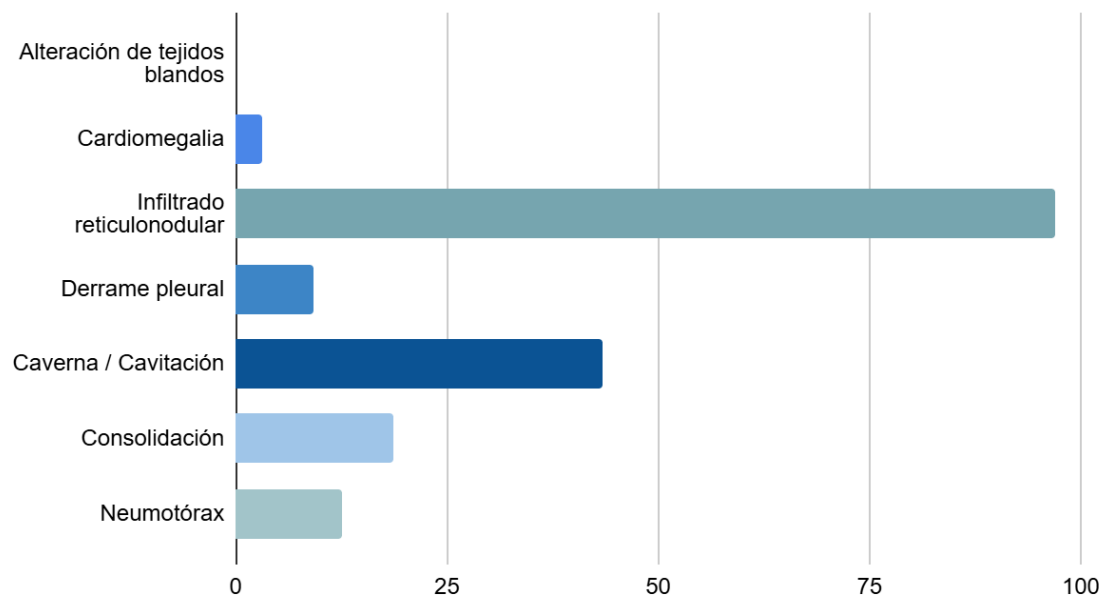
Tabla 3. Evaluación pulmonar por radiografía de tórax y ultrasonido. Clasificación de congestión venosa por protocolo VExUS.

Radiografía de tórax	
Proyección Radiografía	
Anteroposterior	19 (59.4%)
Posteroanterior	13 (40.6%)
Hallazgos radiográficos	
Alteración de tejidos blandos	0 (0%)
Cardiomegalia	1 (3.1%)
Infiltrado reticulonodular	31 (96.9%)
Derrame pleural	3 (9.3%)
Caverna / Cavitación	11 (43.3%)
Consolidación	6 (18.7%)
Neumotórax	4 (12.5%)

Ultrasonido pulmonar	
Derrame pleural	4 (12.5%)
Presencia de Caverna	8 (25%)
Consolidación pulmonar	7 (21.8%)
Nódulos subpleurales	25 (78.1%)
Nódulo pulmonar	2 (6.25%)
Engrosamiento pleural	16 (50%)
Protocolo VExUS	
Diámetro VCI (cm)	1.31 (1.01-1.50)
Índice colapso VCI	
<50%	3 (9.4%)
>50%	29 (90.6%)
VExUS	0/32 (100%)
Líneas B pulmonares	24 (75.0%)
Número de líneas B	
0	9 (28.1%)
1	5 (15.6%)
2	12 (37.5%)
3	6 (18.8%)

VExUS (Venous Excess Ultrasound Score)

Figura 2. Hallazgos radiográficos



En la evaluación de la función cardíaca, 93.8% mostró fracción de eyección del ventrículo izquierdo preservada. Los defectos segmentarios fueron infrecuentes. La mediana del índice de volumen latido (IVT) fue de 15.8 cm/s (14.1–21.8), se identificó derrame pericárdico en 9.4% de los pacientes, insuficiencia valvular leve en distintos porcentajes y crecimiento de cavidades derechas en 12.5%. La presencia de D-shape fue observada únicamente en 6.3%. Estos hallazgos estructurales y funcionales se detallan en Tabla 4.

Tabla 4. Hallazgos durante la evaluación cardíaca por ecocardiografía de bolsillo.

Evaluación cardíaca por ecocardiografía de bolsillo		
FEVI		
	Preservada	30 (93.8%)
	Reducida	2 (6.3%)
Defectos segmentarios		
	Acinesia	1 (3.1%)
	Discinesia	2 (6.3%)
	Hipocinesia	2 (6.3%)
	No	27 (84.4%)
IVT (cm/s)		15.8 (14.1 - 21.8)
Gasto Cardíaco (L/min)		5.2 (4.1 - 5.8)
IC (L/min/m <sup>2</sup> )		3.2 (2.5 - 3.8)
TAPSE (mm)		20.0 (18.9 - 23.6)
TAPSE no valorable		2 (6.3%)

IVT (Integral Velocidad-Tiempo, referida para la valoración del flujo de salida del ventrículo izquierdo), IC (Índice cardíaco), TAPSE (Desplazamiento Sistólico del plano del anillo tricuspídeo, representa la función sistólica longitudinal del ventrículo derecho).

En la Tabla 5 se describen los datos al comparar los hallazgos radiológicos entre los pacientes con tuberculosis sensible y aquellos con tuberculosis farmacorresistente/MDR, no se encontraron diferencias significativas. La mayoría de las variables mostraron frecuencias similares entre grupos, incluyendo alteración de tejidos blandos (3.6% vs. 0%;  $p > 0.999$ ), cardiomegalia (3.6% vs. 0%;  $p > 0.999$ ) e infiltrado reticulonodular (96.4% vs. 100%;  $p > 0.999$ ). Tampoco se observaron diferencias en la presencia de derrame pleural (10.7% vs. 25.0%;



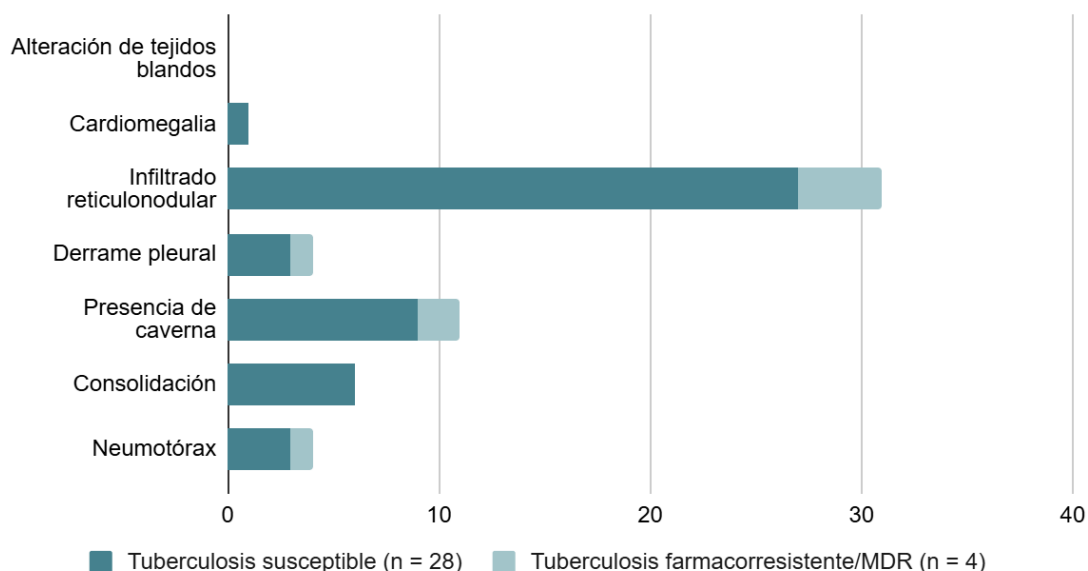
p = 0.431), cavitaciones (42.9% vs. 50.0%; p > 0.999), consolidación (35.7% vs. 0%; p = 0.283) ni neumotórax (10.7% vs. 25.0%; p = 0.431). Ninguna de las comparaciones alcanzó significación estadística.

Tabla 5. Comparación de hallazgos radiológicos en pacientes clasificados como Tuberculosis susceptible y Tuberculosis farmacorresistente o MDR.

	Tuberculosis susceptible (n = 28)	Tuberculosis farmacorresistente/MDR (n = 4)	p
Alteración de tejidos blandos	1 (3.6%)	0 (0%)	>0.999
Cardiomegalia	1 (3.6%)	0 (0%)	>0.999
Infiltrado reticulonodular	27 (96.4%)	4 (100%)	>0.999
Derrame pleural	3 (10.7%)	1 (25.0%)	0.431
Presencia de caverna	12 (42.9%)	2 (50.0%)	>0.999
Consolidación	10 (35.7%)	0 (0%)	0.283
Neumotórax	3 (10.7%)	1 (25.0%)	0.431

MDR (Multidrogorresistente)

Figura 3. Hallazgos radiográficos en pacientes con Tuberculosis susceptible y en Tuberculosis farmacorresistente/MDR



La Tabla 6 muestra la comparación de los hallazgos obtenidos mediante VExUS y POCUS entre los pacientes con tuberculosis susceptible a fármacos y aquellos con tuberculosis farmacorresistente/MDR. En cuanto a las variables pertenecientes al protocolo VExUS, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. El diámetro de la vena cava inferior fue similar en ambos (1.36 [0.98–1.54] cm en tuberculosis susceptible vs. 1.18 [1.03–1.39] cm en tuberculosis farmacorresistente;  $p = 0.476$ ), y aunque el índice de colapso  $<50\%$  fue más frecuente en los pacientes con tuberculosis farmacorresistente (25.0% vs. 7.1%), esta diferencia no alcanzó significancia estadística ( $p = 0.340$ ). Ninguno de los grupos presentó alteraciones en las venas porta, suprahepática o renal interlobar, y todos los pacientes mostraron un puntaje VExUS global de 0. En las variables derivadas de POCUS, la mayoría de los parámetros tampoco mostró diferencias significativas entre los grupos. Los valores de IVT, índice cardíaco y TAPSE fueron comparables, al igual que la frecuencia de FEVI disminuida, defectos segmentarios, derrame pericárdico e insuficiencias valvulares leves. Sin embargo, se identificó una diferencia significativa en el gasto cardíaco, que fue menor en el grupo con tuberculosis farmacorresistente/MDR (4.20 [3.50–4.30] L/min) en comparación con los pacientes con tuberculosis susceptible (5.25 [4.35–5.80] L/min;  $p = 0.034$ ; Figura 2). A pesar de que algunas alteraciones, como el crecimiento de cavidades derechas y el patrón DSHAPE positivo, fueron numéricamente más frecuentes en el grupo farmacorresistente, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística.

Tabla 6. Comparación entre VExUS y POCUS según clasificación de Tuberculosis por criterio farmacológico.

Variable	Tuberculosis susceptible (n = 28)	Tuberculosis farmacorresistente/MDR (n = 4)	p
Variables VExUS			
Diámetro de VCI (cm)	1.36 (0.98–1.54)	1.18 (1.03–1.39)	0.476
Índice de colapso VCI <50%	2 (7.1%)	1 (25.0%)	0.34
Vena porta (anormal)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	NC
Vena suprahepática (anormal)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	NC
Vena renal interlobar (anormal)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	NC
VExUS global = 0	28 (100%)	4 (100%)	NC
Variables POCUS			
IVT (cm/s)	17.10 (14.23–22.05)	14.90 (13.50–15.70)	0.19
Gasto cardiaco (L/min)	5.25 (4.35–5.80)	4.20 (3.50–4.30)	0.034
Índice cardiaco (L/min/m <sup>2</sup> )	3.20 (2.65–3.88)	2.60 (1.95–3.17)	0.098
TAPSE (mm)	19.90 (18.30–23.63)	20.20 (20.00–22.80)	0.482
FEVI disminuida	1 (3.6%)	1 (25.0%)	0.238
Defectos segmentarios presentes	3 (10.7%)	2 (50.0%)	0.115
Derrame pericárdico (cualquier grado)	3 (10.7%)	0 (0.0%)	0.789
Insuficiencia aórtica (leve)	1 (3.6%)	0 (0.0%)	>0.999
Insuficiencia mitral (leve)	10 (35.7%)	1 (25.0%)	>0.999
Insuficiencia tricuspídea (leve–moderada)	15 (53.6%)	3 (75.0%)	0.457
Crecimiento de cavidades derechas	3 (10.7%)	1 (25.0%)	0.683
D-SHAPE positivo	1 (3.6%)	1 (25.0%)	0.242

IVT (Integral Velocidad-Tiempo, referida para la valoración del flujo de salida del ventrículo izquierdo), IC (Índice cardiaco), TAPSE (Desplazamiento Sistólico del plano del anillo tricuspídeo, representa la función sistólica longitudinal del ventrículo derecho).

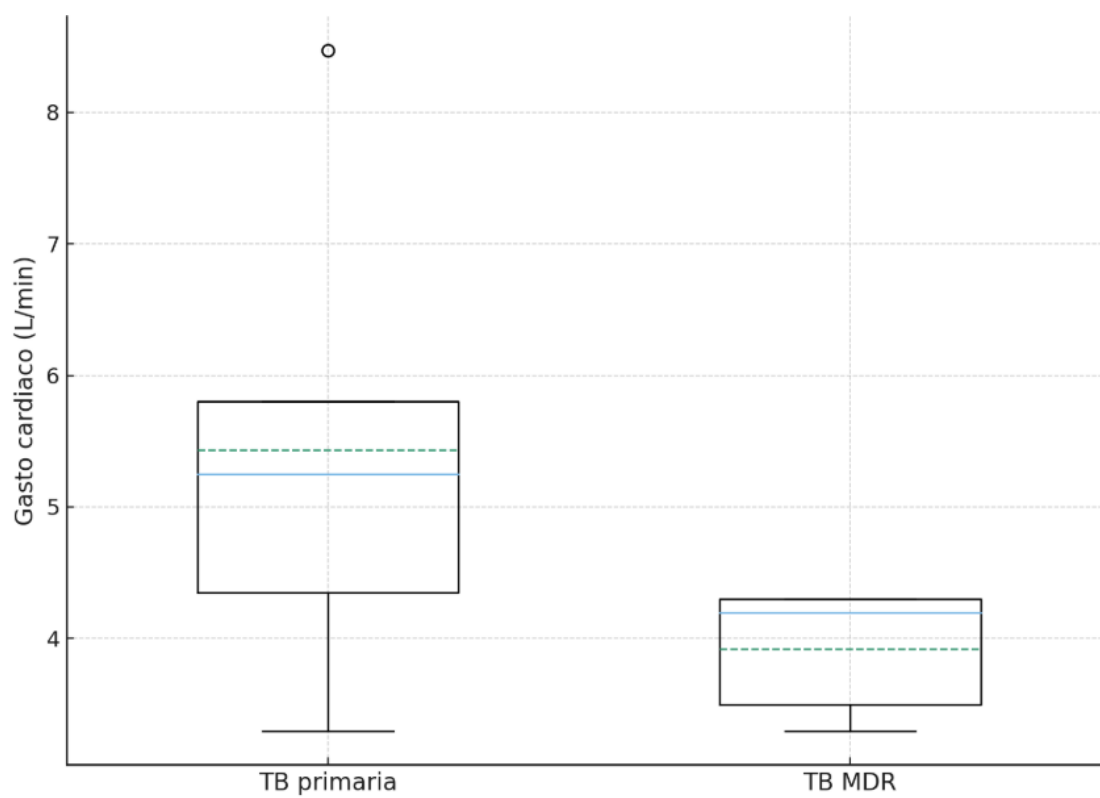


Figura 4. Comparación del gasto cardíaco entre pacientes con tuberculosis susceptible y tuberculosis farmacorresistente/MDR.

## **CAPÍTULO VII.**

### **DISCUSIÓN**

Actualmente no existen estudios publicados que estimen de manera directa la proporción de pacientes con Tuberculosis Pulmonar que presentan alteraciones cardiovasculares identificadas mediante ecocardiografía de bolsillo. En este contexto, nuestro estudio es el primero que utiliza la ecocardiografía de bolsillo para la búsqueda sistemática de estas alteraciones en pacientes con tuberculosis pulmonar. Nuestros resultados sugieren que es factible realizar PoCUS (Point-of-Care Ultrasound) de manera rápida y segura, favoreciendo la valoración integral del paciente y permitiendo identificar hallazgos que podrían pasar desapercibidos en la evaluación clínica convencional, en este caso se realizó en 32 pacientes.

En nuestro estudio, los factores de riesgo identificados en la población evaluada adquieren una relevancia particular al analizar la relación entre tuberculosis pulmonar y el estado cardiovascular de los pacientes. La inmunosupresión, reconocida como un determinante clave para el desarrollo de tuberculosis, especialmente en el contexto de la coinfección por VIH constituye un elemento fundamental en este análisis. Aunque la prevalencia de VIH en nuestra cohorte fue relativamente baja (6.3%), la coexistencia de comorbilidades y condiciones que comprometen la respuesta inmune continúa siendo significativa. En los 32 pacientes incluidos, se identificó una alta carga de factores de riesgo cardiovascular tradicionales: alcoholismo activo en 56.3%, tabaquismo en 43.8%, diabetes mellitus en 34.4% e hipertensión arterial en 9.4%, además de un IMC promedio de 20.8 kg/m<sup>2</sup>, reflejando un estado nutricional subóptimo. La presencia simultánea de estas condiciones no solo incrementa la susceptibilidad a desarrollar tuberculosis, sino que también puede influir en la aparición de alteraciones cardiovasculares detectables mediante ecocardiografía de bolsillo, al favorecer procesos inflamatorios, estrés hemodinámico y mayor vulnerabilidad miopericárdica.



Dentro de este mismo marco clínico, la alta frecuencia de síntomas respiratorios y cardiovasculares observada en nuestra cohorte refuerza la sospecha de un posible compromiso cardíaco concomitante. El 75% de los pacientes presentó dolor torácico, el 62.5% estertores crepitantes y múltiples grados de disnea (desde 25% en grado 1 hasta 9.4% en grado 4), cifras que superan lo esperado únicamente por afección pulmonar. Al contrastar estos resultados con lo reportado en la literatura, donde las formas de compromiso cardíaco secundario a tuberculosis incluyendo pericarditis, miocarditis o aortitis suelen manifestarse con disnea en 44%, tos en 46% y taquicardia en 70%, se evidencia que la expresión clínica en nuestros pacientes podría estar sugiriendo un componente cardiovascular más frecuente de lo tradicionalmente asumido. Este solapamiento de manifestaciones, que solo se vuelve más evidente ante un compromiso hemodinámico avanzado o insuficiencia valvular severa, justifica una aproximación diagnóstica más amplia.

En cuanto a los hallazgos radiográficos, predominó la afectación parenquimatosa con infiltrado reticulonodular, cavitaciones y consolidaciones, reflejando una enfermedad pulmonar activa; manifestaciones que pueden correlacionarse con hallazgos a través del ultrasonido pulmonar siendo similares. Mediante el ultrasonido se pudieron describir nódulos subpleurales, pulmonares, engrosamiento pleural y la presencia de cavernas. Además, con la valoración del protocolo VeXUS se identificaron múltiples líneas B, que orientaron a patología con compromiso intersticial y no a hallazgo secundario por sobrecarga hídrica.

La aplicación del enfoque FoCUS permitió obtener una valoración estructural y funcional rápida del corazón, con resultados que mostraron una fracción de eyección preservada en la mayoría de los pacientes. Aun así, se identificaron alteraciones segmentarias, derrames pericárdicos y variaciones en parámetros dinámicos como el TAPSE y el gasto cardíaco, lo que demuestra que, aunque estas alteraciones fueron poco frecuentes. En particular, el decremento del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE) observado en

algunos casos constituye un hallazgo de relevancia clínica, ya que puede sugerir compromiso de la función ventricular derecha y representar un indicador temprano del posible desarrollo de hipertensión arterial pulmonar como complicación asociada a la tuberculosis pulmonar. (23) Considerando que el daño pulmonar extenso posterior a cuadro clínico por Tuberculosis Pulmonar, la destrucción del lecho vascular pulmonar con reducción del área transversal de la vasculatura pulmonar y el remodelado vascular inducido por hipoxia, conduce al desarrollo subsecuente de Hipertensión Pulmonar; ocasionando vasculitis y endarteritis obliterante y consecutivamente desarrollando enfermedad tromboembólica crónica, generando alteración hemodinámica favoreciendo la presencia de insuficiencias valvulares, así como fue descrito en nuestro estudio presencia de insuficiencia tricuspídea leve en el 46.9% y moderada en el 9.4%. Patología con fisiopatología similar con daño pulmonar crónico es la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica o Neumopatía Intersticial, por lo cual, al contar con antecedente del diagnóstico se catalogaba como criterio de exclusión para una valoración no sesgada. (31)

Entre las limitaciones de este estudio se encuentra el tamaño de muestra fue pequeño, lo cual reduce la potencia estadística y limita la generalización de los hallazgos. El diseño observacional no permite establecer relaciones causales y podría introducir sesgos derivados de la selección de los participantes. Además, las características demográficas y clínicas de la población no fueron homogéneas, pues los pacientes no contaban con antecedentes uniformes al momento de la recopilación, lo que puede introducir variabilidad adicional en la interpretación de los hallazgos ecográficos. Asimismo, el bajo índice de masa corporal (IMC), frecuente en pacientes con tuberculosis pulmonar, podría influir tanto en la presentación clínica como en la obtención de imágenes por ultrasonido; debido a la disminución del tejido subcutáneo y la mayor irregularidad de la superficie torácica y en asociación con la alteración del patrón pulmonar (consolidaciones, derrame pleural, nódulos subpleurales) que reduce la ventana acústica por el extenso compromiso del parénquima pulmonar, considerándose

el 43.75% de los pacientes con ventana ecocardiográfica clasificada como compleja y en 6.25% como mala ventana, dificultando la evaluación cardíaca por ultrasonido de bolsillo. Una limitación adicional es que el ultrasonido es una técnica operador-dependiente, por lo que la experiencia y habilidad del examinador pueden influir en la detección e interpretación de los hallazgos. Finalmente, no se realizó un seguimiento longitudinal estructurado, lo que limitó la capacidad de evaluar la evolución de los hallazgos; particularmente, hubiese sido útil monitorizar la disminución de las líneas B, que en este contexto suelen reflejar ocupación alveolar por infección más que congestión cardiogénica. Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados y subrayan la necesidad de estudios con muestras más amplias, antecedentes homogéneos y seguimiento sistemático.

## **CAPÍTULO VIII.**

### **CONCLUSIÓN**

Este estudio demuestra que es factible utilizar ecocardiografía de bolsillo para identificar alteraciones cardiovasculares en pacientes con tuberculosis pulmonar, principalmente aquellos que se presentan con disnea, dolor torácico u otras manifestaciones sugestivas de enfermedad cardiovascular. Aunque la mayoría de los hallazgos fueron leves, la evaluación permitió detectar alteraciones que podrían pasar desapercibidas durante la valoración clínica habitual. No obstante, aún es necesario determinar el impacto real de estos hallazgos en el manejo y el pronóstico de los pacientes con tuberculosis, lo que deberá esclarecerse mediante estudios con un mayor número de casos y con seguimiento más prolongado.

La aplicación del protocolo FoCUS y el complemento con VExUS permitieron descartar de manera eficiente congestión significativa y aportar información estructural y funcional de manera rápida y accesible. Nuestras observaciones en esta población demuestran el valor de integrar la ecografía portátil en la evaluación rutinaria de pacientes con tuberculosis pulmonar, especialmente en escenarios con recursos limitados, donde su uso puede mejorar la toma de decisiones clínicas y optimizar el abordaje integral de estos pacientes.

## **CAPÍTULO IX.**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Directrices unificadas de la OMS sobre la tuberculosis. Módulo 4: Tratamiento. Tratamiento de la tuberculosis farmacorresistente. Actualización del 2022. PAHO; 2023.
2. Directrices unificadas de la OMS sobre la tuberculosis. Módulo 3: Diagnóstico. Métodos de diagnóstico rápido para la detección de la tuberculosis, 2020. Pan American Health Organization; 2022.
3. Giannelli F, Cozzi D, Cavigli E, Campolmi I, Rinaldi F, Giachè S, et al. Lung ultrasound (LUS) in pulmonary tuberculosis: correlation with chest CT and X-ray findings. *J Ultrasound*. 2022;25(3):625–34.
4. Flores-Aréchiga A, Zacarías-Hernández JL, Vázquez-Cortés CG, Tamez-Guerra RS, De la O-Cavazos M, Rivera-Morales LG, et al. Molecular epidemiology and drug resistance of *Mycobacterium tuberculosis* in a tertiary care hospital in northeastern Mexico. *J Infect Dev Ctries*. 2023;17(12):1753–60.
5. Lewinsohn DM, Leonard MK, LoBue PA, Cohn DL, Daley CL, Desmond E, et al. Official American Thoracic Society/Infectious Diseases Society of America/Centers for Disease Control and Prevention clinical practice guidelines: Diagnosis of tuberculosis in adults and children. *Clin Infect Dis*. 2017;64(2):111–5.
6. Linh NN, Viney K, Gegia M, Falzon D, Glaziou P, Floyd K, et al. World Health Organization treatment outcome definitions for tuberculosis: 2021 update. *Eur Respir J*. 2021;58(2):2100804.
7. López-López JP, Posada-Martínez EL, Saldarriaga C, Wyss F, Ponte-Negretti CI, Alexander B, et al. Tuberculosis and the heart. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(7).
8. Mutyaba AK, Ntsekhe M. Tuberculosis and the heart. *Cardiol Clin*. 2017;35(1):135–44.

9. Wang S, Wang J, Liu J, Zhang Z, He J, Wang Y. A case report and review of literature: Tuberculous pericarditis with pericardial effusion as the only clinical manifestation. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9.
10. Kim MS, Chang S-A, Kim EK, Choi J-O, Park S-J, Lee S-C, et al. The clinical course of tuberculous pericarditis in immunocompetent hosts based on serial echocardiography. *Korean Circ J.* 2020;50(7):599.
11. Crocco JA. Cardiovascular Tuberculosis. In: *Tuberculosis and Nontuberculous Mycobacterial Infections.* Wiley; 2021. p. 335–49.
12. Pai M, Behr MA, Dowdy D, Dheda K, Divangahi M, Boehme CC, et al. Tuberculosis. *Nat Rev Dis Primers.* 2016;2(1).
13. Bigio J, Kohli M, Klinton JS, MacLean E, Gore G, Small PM, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound for pulmonary tuberculosis: A systematic review. *PLoS One.* 2021;16(5):e0251236.
14. Shaikh GA, Yaqoob S, Batool F, Waseem R, Shah HH, Abbasi AA, et al. A rare case of tuberculous myocarditis: A diagnostic challenge in a tuberculosis-endemic country. *Clin Case Rep.* 2023;11(11).
15. Sosa LE, Njie GJ, Lobato MN, Bamrah Morris S, Buchta W, Casey ML, et al. Tuberculosis screening, testing, and treatment of US health care personnel: Recommendations from the National Tuberculosis Controllers Association and CDC, 2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2019;68(19):439–43.
16. Weber SF, B  lard S, Gehring S, Vishwanath S, Kadavigere R, Heller T, et al. Point-of-care ultrasound for extrapulmonary tuberculosis in India: A prospective cohort study in HIV-positive and HIV-negative presumptive tuberculosis patients. *Am J Trop Med Hyg.* 2018;98(1):266–73.
17. Rasalingam R, Makan M, Perez JE. *Manual Washington de ecocardiografía.* Madrid: Ovid Technologies; 2013.
18. Hajsadeghi S, Iranpour A, Kalantari S, Dashti F. A rare manifestation of extrapulmonary tuberculosis: left ventricular cardiac tuberculoma in an HIV infected male. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2020;10(5):1341–4.



19. van der Bijl P, Herbst P, Doubell AF. Redefining effusive-constrictive pericarditis with echocardiography. *J Cardiovasc Ultrasound*. 2016;24(4):317.
20. Khatun N, Akivis Y, Ji B, Chandrakumar HP, Bukharovich I, John S. Tuberculous pericarditis presenting as cardiac tamponade: Role of echocardiography. *J Med Cases*. 2023;14(8):271–6.
21. Allwood BW, Manie S, Stolbrink M, Hunter L, Mathee S, Meintjes G, et al. Pulmonary hypertension in adults completing tuberculosis treatment. *Afr J Thorac Crit Care Med*. 2023;29(3):122–6.
22. Louw E, Baines N, Maarman G, Osman M, Sigwadhi L, Irusen E, et al. The prevalence of pulmonary hypertension after successful tuberculosis treatment in a community sample of adult patients. *Pulm Circ*. 2023;13(1).
23. Yamada H, Ito H, Fujiwara M. Cardiac and vascular point-of-care ultrasound: current situation, problems, and future prospects. *J Med Ultrason*. 2022;49(4):601–8.
24. Miri A, Kalla I, Seedat F. Occult pulmonary arterial hypertension in patients with previous pulmonary tuberculosis. *Afr J Thorac Crit Care Med*. 2020;26(4):133.
25. Wen-ting L, Chang-wei W, De-jian B, Wei S. Arterial partial pressure of oxygen and procalcitonin levels correlate with pulmonary artery systolic pressure in patients with active pulmonary tuberculosis. *Int J Infect Dis*. 2022;117:87–92.
26. Nair M, Bhagirath P, Gothi R, Singal G, Kitey P, Chopra D, et al. Life-threatening ventricular arrhythmia as first presentation of tuberculosis—Early diagnosis and successful treatment: A case series. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2020;43(4):418–22.
27. Van Hoving DJ, Kenge AP, Maartens G, Meintjes G. Point-of-care ultrasound predictors for the diagnosis of tuberculosis in HIV-positive patients presenting to an emergency center. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 2020;83(4):415–23.

28. George S. Echocardiography in differentiating tuberculous from chronic idiopathic pericardial effusion. *Heart*. 2004;90(11):1338–9.
29. Ndongala NJ, Maepa C, Nyondo E, Amstutz A, du Reau de la Gaignonnière B. Etiology, characteristics and occurrence of heart diseases in rural Lesotho (ECHO-Lesotho): A retrospective echocardiography cohort study. *PLoS One*. 2022;17(12):e0278406.
30. Ren Y. The clinical value of P-wave terminal force in lead V1 in evaluating pericardial thickness in tuberculous constrictive pericarditis. *J Cardiothorac Surg*. 2024;19(1).
31. van Heerden, J. K., Louw, E. H., Thienemann, F., Engel, M. E., & Allwood, B. W. (2024). The prevalence of pulmonary hypertension in post-tuberculosis and active tuberculosis populations: a systematic review and meta-analysis. *European Respiratory Review: An Official Journal of the European Respiratory Society*, 33(171).  
<https://doi.org/10.1183/16000617.0154-2023>
32. Calderon Martinez E, Diarte E, Othon Martinez D, et al. Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Frequent Cardiovascular Diseases: A Review. *Cureus*. 2023;15(12):e51032.
33. Alonso Tello A, Rodríguez-Palomares JF, González-Alujas T, Gutiérrez L, Mahia P, Evangelista Masip A, et al. Eficacia del ecocardiógrafo de bolsillo realizado por un cardiólogo clínico. En: SEC 2011 - El Congreso de las Enfermedades Cardiovasculares; 20–22 oct 2011; Maspalomas, Gran Canaria. Técnicas de imagen cardiaca. Póster 6019-50.
34. Sida-Díaz J, Nuñez-Fragoso JC, Martínez-Burciaga J, Valles-Guerrero A, Deras-Cabral ST, Flores-Ramos MA, et al. Pericarditis tuberculosa. Informe de un caso y revisión de la literatura. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2017;49(1):75–8.

## **CAPÍTULO X.**

### **RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

Daniela Paola Girón López

Candidata para el Grado de Especialidad en Medicina Interna

Tesis: “EVALUACIÓN POR ECOCARDIOGRAFÍA PORTÁTIL EN PACIENTES  
CON TUBERCULOSIS PULMONAR”

Campo de Estudio: Ciencias de la salud

Datos personales: Nacida en la ciudad de Zacatecas, Zacatecas, el 3 de noviembre de 1995, hija de Octavio Girón Sifuentes y Blanca Eugenia López Cadena.

Educación: En agosto de 2014 inicia la Licenciatura de Médico General en la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Autónoma de Zacatecas finalizando en 2019, y posteriormente realizando un año de Internado en el Hospital General de Zacatecas “Luz González Cosío”. 2020-2021 realiza Servicio Social en Consulta Externa de la Unidad Médico Familiar del ISSSTE, Calera Víctor Rosales, Zacatecas.

Posteriormente inició estudios de posgrado en el programa de Especialización en Medicina Interna del Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González Monterrey, Nuevo León 2022-2026.