



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA COMO GUÍA DE IMAGEN EN
BIOPSIAS PULMONARES EN ADULTOS

COMPUTED TOMOGRAPHY AS AN IMAGING GUIDE IN LUNG BIOPSIES
IN ADULTS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA

AUTOR

JUAN CARLOS CARRERA MENDOZA

ASESORA

SILVIA LLANTOY TABOADA

CO – ASESOR

JULIO LEONARDO RAFAEL ALBITRES FLORES

LIMA – PERÚ

2025

ASESORES DEL TRABAJO ACADÉMICO

ASESORA

Mg. SILVIA LLANTOY TABOADA

Departamento Académico de Tecnología Medica

ORCID: 0009-0000-0402-6927

CO – ASESOR

M.C. JULIO LEONARDO RAFAEL ALBITRES FLORES

Departamento Académico de Tecnología Medica

ORCID:0000-0002-0077-3615

Fecha de aprobación: 19 de diciembre de 2025.

Calificación: Aprobado.

DEDICATORIA

A mis padres María y Ruperto quienes son la razón de mi vida y forjaron la persona que soy. A mis hermanas por su constante apoyo y orientación a lo largo de todos estos años. A mi hija que es la historia más hermosa que el destino ha escrito en mi vida. Extiendo también mi gratitud a mis docentes y a mi asesor, cuyas enseñanzas y acompañamiento han sido fundamentales para hacer realidad la culminación de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha estado presente en cada paso de mi camino, guiando mi crecimiento tanto personal como profesional.

Al MSc. Carlos Huayanay, por su paciencia y sus conocimientos compartidos en el proceso de elaboración del presente trabajo.

Al M.C Julio Leonardo Rafael Albitres por su profesionalismo e incentivarnos a mejorar cada día más.

A la Dra. Natalia Mosquera por su valioso apoyo incondicional y su asesoramiento de mi trabajo académico.

A mi mejor amiga gracias por acompañarme todo este camino sin tu apoyo, hubiera sido todo más difícil.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue autofinanciado.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES |
|----|-----------------------------|
| 1. | CARRERA MENDOZA JUAN CARLOS |

Pertenciente al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**, autor del trabajo titulado: **TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA COMO GUÍA DE IMAGEN EN BIOPSIAS PULMONARES EN ADULTOS** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE | FACULTAD | NIVEL DE ASESORÍA |
|----|---------------------------------------|----------|-------------------|
| 1. | LLANTOY TABOADA SILVIA | MEDICINA | ASESOR |
| 2. | ALBITRES FLORES JULIO LEONARDO RAFAEL | MEDICINA | CO-ASESOR |

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **7%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3534087782**; fecha de entrega: **11-04-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 11 de abril de 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 41826359
ORCID: 0009-0000-0402-6927

Firma del Co-asesor
N° DNI: 71328571
ORCID: 0000-0002-0077-3615



TABLA DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|------------------------------------|-------------|
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. CUERPO..... | 4 |
| IV. CONCLUSIONES | 21 |
| V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 23 |
| ANEXOS | |

RESUMEN

Antecedentes: En adultos con sospecha de patología pulmonar, la tomografía computarizada (TC) se ha consolidado como técnica de imagen de alta resolución que permite guiar procedimientos intervencionistas, particularmente la biopsia pulmonar percutánea, asegurando precisión en la obtención de muestras. En el contexto hospitalario y de diagnóstico oncológico, esta herramienta contribuye a una mayor exactitud histológica y menor riesgo de complicaciones. **Objetivo:** Analizar la evidencia científica sobre el uso de la TC como guía de imagen en biopsias pulmonares en adultos, comparando su eficacia diagnóstica, parámetros técnicos y aplicabilidad según tipo de lesión. **Criterios de elegibilidad:** Se incluyeron artículos desde el año 2020 hasta 2025, en idioma inglés, que midieran el uso de TC en biopsias pulmonares en adultos, informando sobre eficacia, parámetros técnicos o características de las lesiones. **Fuentes de evidencia:** PubMed y SciELO. Se identificaron 27 artículos entre estudios observacionales, series de casos y revisiones expertas en radiología intervencionista. **Resultados:** La TC tuvo una exactitud diagnóstica >90%, siendo más precisa en lesiones profundas, pequeñas o subpleurales. Los factores técnicos más importantes fueron los cortes finos, reconstrucciones multiplanares y protocolos de baja dosis. Las complicaciones principales fueron neumotórax y hemorragia leve, mitigables mediante técnicas estandarizadas. **Conclusiones:** La evidencia sugiere que la TC es la modalidad de guía más eficaz y segura para biopsias pulmonares en adultos, optimizando la calidad diagnóstica y reduciendo complicaciones.

Palabras claves: tomografía computarizada, biopsia pulmonar, guía de imagen, precisión diagnóstica, seguridad.

ABSTRACT

Background: In adults with suspected lung disease, computed tomography (CT) has established itself as a high-resolution imaging technique that can guide interventional procedures, particularly percutaneous lung biopsy, ensuring accuracy in sample collection. In the hospital and oncological diagnosis setting, this tool contributes to greater histological accuracy and a lower risk of complications.

Objective: To analyze the scientific evidence on the use of CT as an imaging guide in lung biopsies in adults, comparing its diagnostic efficacy, technical parameters, and applicability according to the type of lesion. **Eligibility criteria:** Articles published between 2020 and 2025, in English, that evaluated the use of CT in adult lung biopsies, reporting results on efficacy, technical parameters, or lesion characteristics, were included. **Sources of evidence:** PubMed and SciELO.

Twenty-Seven articles were selected from observational studies, case series, and specialized reviews in interventional radiology. **Results:** CT showed diagnostic yield rates above 90%, with greater accuracy in deep, small, or subpleural lesions. The most relevant technical factors were the use of thin slices, multiplanar reconstructions, and low-dose protocols. The main complications were pneumothorax and mild hemorrhage, which could be mitigated using standardized techniques. **Conclusions:** The evidence suggests that CT is the most effective and safest guidance modality for lung biopsies in adults, optimizing diagnostic quality and reducing complications.

Keywords: computed tomography, lung biopsy, image guidance, diagnostic accuracy, safety.

I. INTRODUCCIÓN

La tomografía computarizada (TC) es una de las técnicas de imagen más sofisticadas y exactas del diagnóstico actual. Desde su aparición en los años 70, su desarrollo tecnológico ha logrado generar imágenes de alta resolución, lo que permite la valoración anatómica y funcional de diversos órganos y tejidos. En el tórax, la TC ha revolucionado la práctica clínica, permitiendo el diagnóstico precoz y la caracterización de una amplia variedad de patologías pulmonares, desde nódulos benignos hasta neoplasias malignas complejas (1,2).

Entre sus principales aplicaciones se incluye la guía de imagen en procedimientos intervencionistas, como biopsias pulmonares. Este método mínimamente invasivo obtiene muestras de tejido con gran exactitud para el estudio histopatológico, esencial para el diagnóstico definitivo en enfermedades infecciosas, inflamatorias y neoplásicas del pulmón (3). La guía tomográfica ofrece una imagen en tiempo real del recorrido de la aguja y de la lesión, disminuyendo errores de localización y complicaciones como neumotórax o hemorragia (4).

En comparación con otras modalidades de imagen, como la ecografía, la fluoroscopia o la resonancia magnética, la TC proporciona fidelidad anatómica, control de profundidad y definición de estructuras contiguas. Estas propiedades la hacen ideal para dirigir biopsias en lesiones profundas o de difícil acceso y en lesiones localizadas en la vecindad de pequeños vasos o bronquios. Además, la capacidad de modificar parámetros técnicos como el grosor de corte, la dosis de radiación o las reconstrucciones multiplanares adapta los protocolos a las características clínicas del paciente y la lesión estudiada (5).

Actualmente la evidencia científica apoya la biopsia pulmonar guiada por TC como un método efectivo y seguro, con tasas de rendimiento diagnóstico superiores al 90% en la mayoría de los estudios analizados. Sin embargo, todavía existen grandes diferencias en los protocolos técnicos, la experiencia del operador y la selección de lesiones susceptibles de biopsia, creando una laguna en el conocimiento clínico que merece una revisión integradora de la literatura (6).

En ese contexto, esta revisión narrativa busca examinar la evidencia científica del uso de la tomografía computarizada como guía de imagen en biopsias pulmonares en adultos, incluyendo aspectos técnicos, clínicos y metodológicos de estudios nacionales e internacionales. Los objetivos específicos son comparar la eficacia y precisión diagnóstica de la TC con otras modalidades de imagen, describir los parámetros técnicos y factores relacionados con los protocolos de TC para biopsia pulmonar, y determinar las lesiones pulmonares en las que más se utiliza y es eficaz. En tal sentido, este artículo pretende proporcionar una revisión actualizada del papel de la tomografía computarizada en el campo del intervencionismo pulmonar, por su importancia en el diagnóstico y en la contribución al manejo integral del paciente adulto con enfermedad pulmonar. Por eso, nuestra pregunta de investigación es: ¿Qué evidencia científica existe sobre la tomografía computarizada como guía de imagen en biopsias pulmonares en adultos?

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la evidencia científica sobre el uso de la tomografía computarizada como guía de imagen en las biopsias pulmonares en adultos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar la eficacia y la precisión diagnóstica de la tomografía computarizada frente a otras técnicas de imagen empleada como guía en la biopsia pulmonar.
2. Describir los factores técnicos y parámetros del protocolo de tomografía computarizada empleados en la realización de la biopsia pulmonar guiada por imagen.
3. Identificar las lesiones pulmonares en los que la tomografía computarizada se utiliza con mayor frecuencia como guía para la biopsia.

III. CUERPO

CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

1.1. Enfoque de la revisión

La presente investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura científica, cuyo propósito es analizar la evidencia actual sobre el uso de la tomografía computarizada (TC) como guía de imagen en las biopsias pulmonares en adultos. A diferencia de las revisiones sistemáticas, el enfoque narrativo puede sintetizar críticamente los hallazgos de estudios muy diferentes, reuniendo información de fuentes, diseños y contextos clínicos muy diversos. Esta estrategia permite reconocer tendencias, avances tecnológicos, aplicaciones clínicas y vacíos en el conocimiento, dando una visión integral y actualizada del tema (7).

La revisión se estructuró en torno a tres ejes analíticos coherentes con los objetivos específicos: Comparación de la eficacia y precisión diagnóstica de la TC frente a otras modalidades de imagen utilizadas como guía en biopsias pulmonares. Descripción de los factores técnicos y parámetros de protocolo aplicados en la biopsia pulmonar guiada por TC. Identificación de las lesiones pulmonares en las que la TC se emplea con mayor frecuencia y efectividad como herramienta guía.

1.2. Estrategia de búsqueda bibliográfica

La recopilación de información se realizó entre agosto y septiembre de 2025, mediante una búsqueda dirigida en las bases de datos científicas PubMed y SciELO, consideradas las más representativas en el campo de la radiología diagnóstica e intervencionista. Se seleccionaron artículos publicados en los idiomas inglés,

priorizando aquellos estudios originales, revisiones y reportes clínicos que abordaran la aplicación de la tomografía computarizada en biopsias pulmonares en población adulta. La búsqueda se efectuó utilizando descriptores normalizados de tesauros MeSH (Medical Subject Headings) y DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud), combinados con términos libres, tales como se detalla en el **ANEXO 1**.

1.3. Formula de búsqueda

Todas las fórmulas de búsqueda pueden consultarse para mayor detalle en el **ANEXO 2**.

1.4. Criterios de selección

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios publicados entre 2020 y 2025.
- Investigaciones desarrolladas en población adulta (≥ 18 años).
- Artículos que evaluarán la tomografía computarizada como guía de imagen en procedimientos de biopsia pulmonar.
- Publicaciones que reporten resultados sobre eficacia diagnóstica, factores técnicos o características de las lesiones.
- Documentos en idioma inglés, con disponibilidad de texto completo.
- Se excluyeron artículos duplicados, estudios en población pediátrica o animal, reportes sin detalle técnico o metodológico, así como editoriales o cartas al editor sin evidencia empírica.

1.4. Proceso de búsqueda y organización de la información

La selección de artículos se realizó de forma manual y asistida mediante el gestor bibliográfico Zotero, lo que permitió la eliminación de duplicados, el registro sistemático de las fuentes y la clasificación de los documentos según su pertinencia temática. El proceso contempló las siguientes etapas:

- Lectura exploratoria de títulos y resúmenes para identificar la relevancia temática.
- Revisión completa de los textos seleccionados, verificando su correspondencia con los objetivos de la revisión.
- Síntesis narrativa de la información extraída, agrupando los hallazgos en torno a las tres categorías analíticas principales: eficacia diagnóstica, parámetros técnicos y tipos de lesiones.
- En total, se consideraron 27 artículos científicos entre los años 2020 y 2025, que constituyeron el cuerpo central de la evidencia analizada.

1.5. Fuentes complementarias y validación del contenido

Además de dichas bases de datos, se revisaron libros de texto de radiología intervencionista, guías clínicas internacionales (American College of Radiology, 2023; European Society of Radiology, 2024) y artículos sugeridos por expertos.

Estas fuentes adicionales enriquecieron la comprensión de los resultados empíricos y reforzaron la interpretación técnica de los resultados; para asegurar la validez académica de la revisión, las fuentes se juzgaron por su nivel de evidencia, relevancia para el tema y año de publicación, dando prioridad a las más recientes y de alta calidad metodológica.

1.6. Consideraciones éticas

Por ser una revisión narrativa de la literatura científica, no se necesitó consentimiento informado ni aprobación por un comité de ética de la investigación.

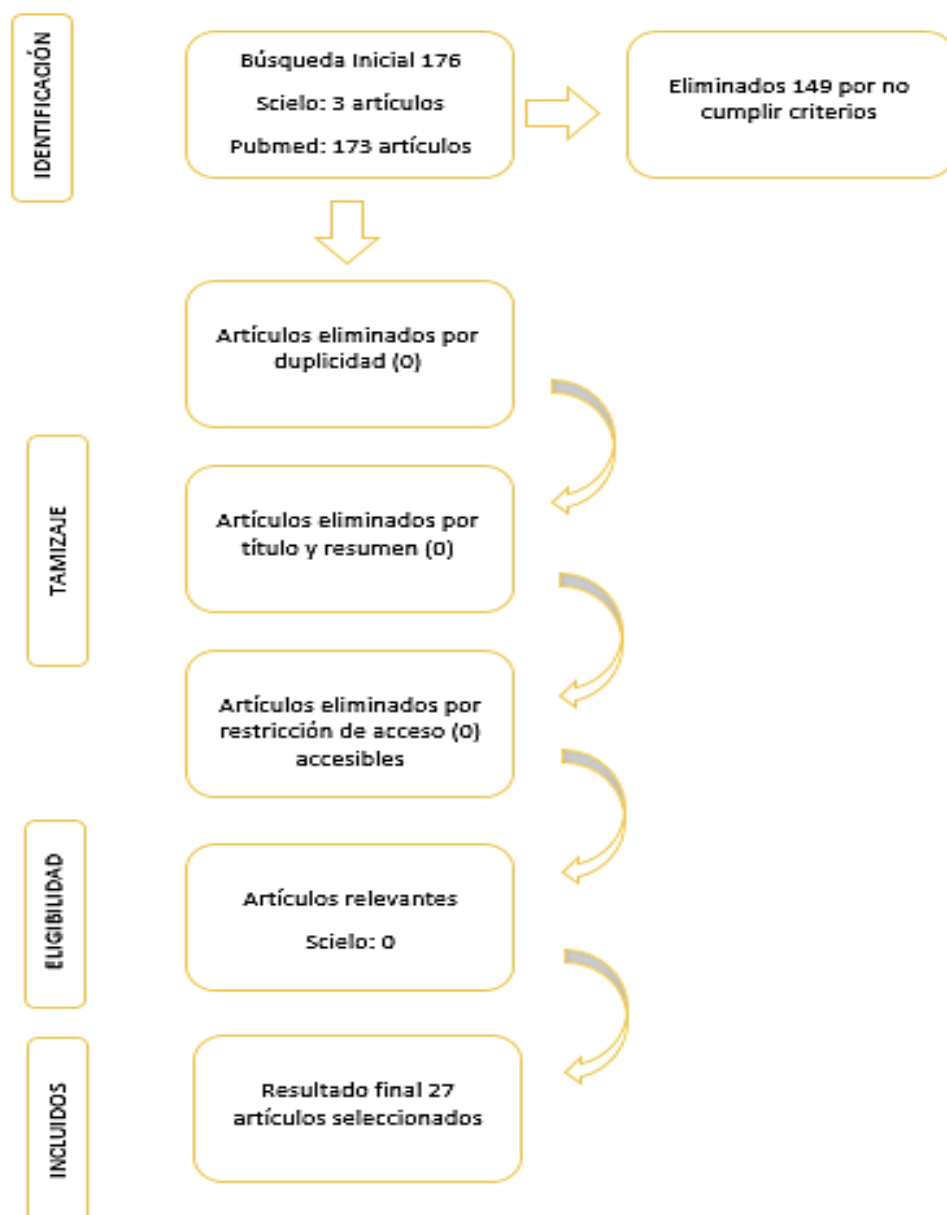
Sin embargo, se siguieron las normas éticas de derechos de autor, citando autores y utilizando únicamente fuentes académicas verificables.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS

En la búsqueda se hallaron 176 estudios en inglés. De los cuales no se halló repetición entre ellos. De estos 176 artículos se revisaron los títulos y resúmenes, excluyendo 149 estudios por no cumplir criterios técnicos y clínicos. Se quedó con un total de 27 artículos seleccionados para la extracción de resultados.

Flujograma del proceso de recopilación de información y resultados

A continuación, se presenta el siguiente flujograma:



Elaboración propia

1. Uso de la tomografía computarizada como guía de imagen en las biopsias

Según la evidencia revisada, la tomografía computarizada (TC) es capaz de proporcionar una visualización multiplanar tridimensional del parénquima pulmonar, lo que facilita el planeamiento del trayecto de punción más corto y seguro (8). Esta capacidad de control espacial se traduce en una tasa de precisión diagnóstica que oscila entre 90 % y 97 %, superior a la de otras modalidades como la fluoroscopia o la ecografía (9,10).

El papel de la TC como guía no se limita a la localización anatómica, sino que incluye la planificación dinámica del trayecto, la monitorización secuencial del avance de la aguja, y la verificación inmediata de complicaciones postprocedimiento, lo que asegura un procedimiento más seguro y reproducible (11,12).

1.1. Antecedente a nivel internacional informan tasas de éxito diagnóstico que oscilan entre 88% y 97%, superando ampliamente a otras modalidades como la fluoroscopia (70–80 %) o la ecografía (60–75 %) (9,13). En Europa, se evaluaron 540 biopsias guiadas por TC, alcanzando un rendimiento diagnóstico global del 94,2 %, con una tasa de complicaciones mayores del 2,5 %. En Asia, reportaron un rendimiento del 96 % en 302 pacientes con lesiones de menos de 2 cm, evidenciando la eficacia del uso de cortes finos (1 mm) y técnicas de baja dosis en el seguimiento de la aguja (10). De manera similar, en Italia observaron que el uso de TC de haz cónico (CBCT) logró una tasa de éxito del 95,7 %, reduciendo en un 30 % la dosis de radiación promedio respecto a la TC convencional (14).

1.2. Antecedente a nivel latinoamericano En Colombia, reportaron un 94% de muestras adecuadas, con complicaciones leves como neumotórax (13,1 %) y hemorragia alveolar (7,1 %), argumentando un equilibrio óptimo entre eficacia y seguridad (15). En Argentina, informaron una eficacia de 88,9% en biopsias guiadas por ecografía, pero enfatizaron que la TC sigue siendo el estándar por su capacidad multiplanar y precisión en lesiones profundas o mediastínicas (16). Por su parte, en Chile, documentaron un 100 % de éxito en la localización preoperatoria de nódulos pulmonares mediante TC, sin complicaciones mayores, lo que evidencia su utilidad no solo en la biopsia, sino también en la planificación quirúrgica mínimamente invasiva (17). Mayor detalle en el **ANEXO 3**.

De igual manera, se evidenció que la planificación multiplanar reduce en un 35 % los intentos fallidos de punción, y el empleo de reconstrucción iterativa disminuye la necesidad de nuevos escaneos intermedios, reduciendo la dosis efectiva en aproximadamente 1,5 mSv por procedimiento (18).

En términos de tiempo de procedimiento, se observó que la navegación guiada por TC tarda un promedio de 12 ± 3 minutos, significativamente menor al tiempo requerido por la fluoroscopia (20 ± 5 minutos), lo que contribuye a una reducción de complicaciones inmediatas (19).

En Latinoamérica, los estudios revisados destacan la importancia de la planificación previa del trayecto, la elección del calibre de aguja, el uso de la técnica coaxial y la verificación tomográfica inmediata como elementos determinantes del éxito del procedimiento, es así que en un estudio colombiano, el empleo de aguja coaxial en 83,3 % de los casos, junto con la planificación multiplanar y la monitorización con

TC de baja dosis, permitió alcanzar un 94 % de rendimiento diagnóstico y reducir las complicaciones graves a menos del 2 % (15). Del mismo modo, la investigación chilena evidenció que la localización precisa mediante cortes finos (1–2 mm) y reconstrucciones tridimensionales garantizó una tasa de éxito del 100% en la identificación de nódulos pequeños, sin interferir con el análisis histopatológico (17). Además, el trabajo argentino se subrayó que, si bien la ecografía es útil en lesiones pleurales, la TC ofrece una ventaja insustituible para biopsiar lesiones profundas gracias a su visualización multiplanar y control en tiempo real (16).

Estudios latinoamericanos revisados sobre biopsias pulmonares guiadas por TC, las complicaciones más frecuentes y las tasas de seguridad registradas muestran un perfil favorable, coherente con estándares internacionales. Por ejemplo, en Colombia, se incluyó 84 pacientes adultos, la tasa de neumotórax alcanzó el 13,1 %, la de hemorragia alveolar 7,1 % y la de hemoptisis 4,8% (15). Por otro lado, un reporte chileno de localización preoperatoria guiada por TC, se registró neumotórax en 33,3 % de los casos, todos leves y manejados de forma conservadora sin necesidad de drenaje; no hubo hemorragias significativas ni complicaciones (17).

2. Eficacia y precisión de la tomografía computarizada

La evidencia científica revisada sugiere que la tomografía computarizada presenta un mayor rendimiento y precisión diagnóstica en comparación con la ecografía y la fluoroscopia como método guía en biopsias pulmonares, principalmente por su mayor resolución espacial, capacidad multiplanar y control preciso del trayecto de la aguja. Los estudios revisados indican en determinados escenarios que la TC obtuvo un rendimiento diagnóstico superior al 90 %, mientras que la ecografía

mostró limitaciones en lesiones profundas u ocultas tras estructuras óseas (9,12). Mayor detalle en el **ANEXO 4**.

2.1. La fluoroscopia, aunque útil en lesiones periféricas, presenta menor sensibilidad por su incapacidad para visualizar el trayecto completo del parénquima pulmonar. Por el contrario, la TC permite visualizar la lesión en tiempo real, planificar trayectorias seguras y disminuir el número de disparos innecesarios, mejorando la calidad histológica de la muestra y disminuyendo el riesgo de complicaciones (11,18).

2.2. Impacto de la tomografía de haz cónico y modalidades híbridas:

Las nuevas tecnologías, como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), han mejorado aún más la capacidad de diagnóstico de las biopsias guiadas. Se ha informado que la CBCT puede proporcionar reconstrucciones volumétricas en tiempo real con menor dosis de radiación y precisión comparable o superior a la TC tradicional. Esta forma ha disminuido los tiempos de procedimiento y la exposición acumulada, mejorando el rendimiento diagnóstico global (14).

Además, ciertos estudios incorporan la tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada (PET/CT) en la planificación de la ruta de punción, localizando áreas metabólicamente activas y dirigiendo la aguja hacia la zona de mayor captación, lo que aumenta la posibilidad de obtener muestras representativas (13,20).

2.3. Factores determinantes de la precisión diagnóstica:

Varios estudios señalan que la exactitud de la TC depende de factores técnicos y operatorios. El tamaño y la localización de la lesión son determinantes: las lesiones <10 mm o profundas precisan cortes finos de 1-2 mm y reconstrucciones multiplanares para garantizar una punción precisa (10,13).

Asimismo, la experiencia del radiólogo intervencionista es fundamental. Las evidencias argumentan que la tasa de éxito diagnóstico se correlaciona positivamente con el número de procedimientos anuales realizados por el operador, lo que evidencia la importancia de la curva de aprendizaje en la reproducibilidad y seguridad del método (9). Otros factores asociados a mayor precisión incluyen la alineación del eje de la aguja con el eje mayor de la lesión, el uso de control respiratorio (apnea instruida o respiración superficial), y la elección del tipo de aguja coaxial (21,22). Mayor detalle en el **ANEXO 5**.

2.4. Complicaciones y seguridad del procedimiento:

En cuanto a seguridad, los artículos revisados sugieren que la TC guiada reduce significativamente la incidencia de complicaciones mayores frente a otras modalidades. Las principales complicaciones observadas son neumotórax y hemorragia alveolar leve, que se presentan en menos del 10 % de los casos cuando se aplican protocolos estandarizados (11,18).

Las estrategias más efectivas para minimizar riesgos incluyen el uso de trayectos más cortos, la evitación de bullas o vasos principales, y la verificación postpunción mediante TC de control inmediato. (10,14).

3. Factores técnicos

La literatura coincide en que la biopsia pulmonar guiada por TC se asocia al éxito en la misma en una preparación completa del paciente y una planificación preprocedimiento meticulosa. Antes de la intervención, hay que verificar la indicación diagnóstica correcta y excluir contraindicaciones (trastornos de la coagulación, hipertensión pulmonar grave, enfisema bulloso extenso) (23,24).

El paciente debe firmar un consentimiento informado, recibir una explicación clara del procedimiento y mantener un ayuno de 4 a 6 horas antes de la intervención (25).

Durante esta fase, el operador analiza las imágenes diagnósticas previas y planifica el trayecto óptimo de la aguja, evitando estructuras críticas como bronquios, arterias pulmonares, venas o bullas enfisematosas. Se selecciona la posición del paciente (decúbito supino, prono o lateral) según la localización de la lesión y la trayectoria más segura (24,26). La planificación multiplanar permite delimitar con precisión la profundidad, el ángulo de entrada y el punto de punción cutáneo, reduciendo el riesgo de neumotórax o sangrado.

3.1. Parámetros de adquisición y reconstrucción de imagen

La calidad de la imagen y la seguridad del procedimiento dependen del cumplimiento de un protocolo técnico estandarizado. Se recomienda utilizar TC helicoidal multidetector con cortes finos de 1–2 mm, voltaje entre 100 y 120 kV y corriente modulada entre 20 y 80 mA, ajustada al biotipo del paciente (19,25).

Durante la navegación de la aguja, se deben emplear protocolos de baja dosis para minimizar la exposición sin sacrificar la calidad diagnóstica (10,27). La reconstrucción en planos axial, coronal y sagital, junto con proyecciones oblicuas

personalizadas, permite asegurar que el eje de la aguja se mantenga alineado con el eje mayor de la lesión, optimizando la precisión (24).

La incorporación de reconstrucciones iterativas y filtros de alta frecuencia mejora la nitidez de bordes y la detección de estructuras finas, incluso en contextos de baja dosis. La planificación previa debe incluir la marcación del trayecto y la simulación de la punción sobre la imagen reconstruida, lo que reduce los errores intraoperatorios y facilita la reorientación en tiempo real (26).

3.2. Ejecución de la biopsia pulmonar guiada por TC:

Durante la ejecución, el paciente se posiciona según la planificación previa y se procede a la asepsia del campo operatorio. Se administra anestesia local (lidocaína al 1%) en piel, tejido subcutáneo y pleura parietal, evitando anestesia excesiva que pueda alterar la sensación pleural y provocar tos (19,24).

El radiólogo intervencionista introduce una aguja coaxial de 17 a 20 G, que permite múltiples muestras a través del mismo trayecto. Se recomienda realizar una respiración superficial o apnea instruida durante la punción para minimizar el desplazamiento pulmonar (23,25).

Una vez insertada la aguja, se efectúan controles tomográficos secuenciales de baja dosis para confirmar el avance y posición de la punta dentro de la lesión. Se extraen de 2 a 4 cilindros de tejido según la consistencia de la masa y se colocan en formol al 10 %. Tras retirar la aguja, se comprime el sitio de punción y se realiza una TC de control inmediato para descartar complicaciones tempranas (26,27).

3.3. Parámetros de seguridad y control postprocedimiento:

La seguridad del paciente depende de la verificación inmediata y la observación posterior. Se recomienda mantener monitorización clínica y oximétrica durante 1 a 2 horas tras el procedimiento. Una TC o radiografía de tórax de control a los 30-60 minutos permite descartar neumotórax, hemorragia alveolar (10,24).

Los estudios señalan que el neumotórax es la complicación más frecuente, con incidencia entre 5 y 15 %, generalmente leve y autolimitada (19,25). El sangrado alveolar leve ocurre en menos del 10 % de los casos y rara vez requiere intervención. El uso de trayectos más cortos, la evitación de bullas y la verificación secuencial del avance son medidas efectivas para reducir su frecuencia (26).

La evidencia también resalta la importancia de contar con personal entrenado y protocolos institucionales que estandaricen parámetros técnicos y procedimientos de seguridad, garantizando la reproducibilidad y minimizando la variabilidad operatoria (24,27).

3.4. Complicaciones y medidas preventivas:

Las principales complicaciones de la biopsia pulmonar guiada por TC son el neumotórax, la hemorragia pulmonar y, en menor proporción, la infección del trayecto. Los factores de riesgo incluyen la presencia de enfisema, tos durante la punción, trayectoria larga o inclinada y el uso de agujas de gran calibre (10,23).

Las estrategias preventivas más eficaces son:

- Seleccionar trayectos más cortos y rectos.
- Mantener control respiratorio estable durante la punción.
- Evitar puncionar a través de bullas o vasos.

- Realizar TC de control inmediato tras la extracción.

La educación del paciente sobre el reposo posterior, el reconocimiento de signos de alarma y la comunicación temprana de síntomas respiratorios o dolor torácico son parte esencial del protocolo de seguridad (19,25).

4. Identificar lesiones pulmonares más frecuentes vista por guía tomográfica

La evidencia revisada sugiere que la TC es la herramienta más utilizada para la biopsia de lesiones sólidas o nódulos pulmonares indeterminados, debido a su capacidad de visualización tridimensional, localización precisa y alta resolución espacial (13,28). Estas lesiones, al encontrarse con frecuencia en áreas periféricas o profundas del parénquima, resultan inaccesibles para modalidades como la ecografía o la fluoroscopia. La TC permite seleccionar el trayecto óptimo de punción, minimizando la afectación de estructuras vasculares o bronquiales y garantizando un muestreo representativo del tejido (11,29).

4.1. Lesiones de nódulos pulmonares:

En los nódulos pulmonares pequeños (menores de 10 mm), la TC guiada presenta un rendimiento diagnóstico superior al 90 %, lo que facilita la caracterización temprana de lesiones malignas o benignas que, en otros estudios, requerirían procedimientos quirúrgicos más invasivos (30,31).

4.2. Lesiones subpleurales, periféricas y profundas:

Los estudios revisados indican en determinados escenarios que la TC es ventajosa en lesiones subpleurales o parahiliares, donde la movilidad respiratoria y la cercanía

a estructuras críticas dificultan la orientación mediante otras modalidades. La reconstrucción multiplanar y el control en tiempo real permiten trazar trayectorias más cortas y seguras (13,32).

En las lesiones periféricas, la TC permite controlar todo el trayecto intrapulmonar, mejorando el acceso y reduciendo el neumotórax. En lesiones profundas o mediastínicas permite toma de biopsias sin necesidad de abordajes quirúrgicos, con gran precisión y menor riesgo de complicaciones vasculares (11,33).

4.3. Lesiones neoplásicas y tumores primarios del pulmón:

Los estudios analizados sugieren que la TC guiada es fundamental en el diagnóstico de tumores primarios pulmonares, ya que permite dirigir la punción hacia zonas viables del tumor, evitando áreas necróticas o quísticas que podrían reducir el rendimiento histológico (13,23). En casos de nódulos metastásicos, la TC ofrece una evaluación detallada de la localización y el tamaño, asegurando una muestra precisa para el análisis histopatológico, crucial para el manejo oncológico (14,28). Asimismo, la TC se utiliza con frecuencia en la biopsia de tumores poco frecuentes, como el hamartoma pulmonar o la amiloidosis nodular localizada, en los que la imagen convencional no proporciona información suficiente para establecer un diagnóstico definitivo (23,30).

4.4. Lesiones infecciosas, inflamatorias y de etiología mixta:

La evidencia revisada también sugiere la utilidad de la TC en la biopsia de lesiones inflamatorias e infecciosas, que presentan características radiológicas heterogéneas y difíciles de diferenciar de neoplasias malignas. En el caso de actinomicosis

pulmonar, la TC permite identificar el área de consolidación central y las zonas de necrosis periférica para guiar la punción hacia regiones representativas (31).

En enfermedades micóticas, como la micosis broncopulmonar alérgica, la TC nos permite diferenciar entre infiltrados inflamatorios y lesiones fibrosas, asegurando la obtención de muestras que confirmen la etiología específica (32).

Además, en procesos autoinmunes o granulomatosos, la TC facilita la identificación de áreas activas de inflamación, evitando regiones fibrosadas o inactivas, lo que mejora la sensibilidad del diagnóstico histológico (34).

5. Limitaciones del estudio

El principal límite de esta revisión narrativa radica en su diseño metodológico, si bien permite integrar múltiples fuentes y contextos clínicos, no posee el rigor cuantitativo de una revisión sistemática o un metaanálisis. La selección de los estudios se basó en criterios de relevancia temática y disponibilidad en texto completo, por lo que es posible que algunas investigaciones recientes o de acceso restringido no hayan sido incluidas, limitando la exhaustividad de la evidencia.

Otro límite importante está vinculado al alcance temporal y geográfico. La mayoría de las investigaciones proceden de Asia y Europa, con menor representación de estudios latinoamericanos, lo que restringe la generalización de los hallazgos a contextos hospitalarios regionales. Asimismo, los avances tecnológicos en tomografía computarizada (TC), como el uso de reconstrucción iterativa o la integración de PET/CT y CBCT, varían según la disponibilidad de recursos y equipamiento, por lo que su aplicabilidad puede diferir en entornos con limitaciones técnicas. Finalmente, la ausencia de una evaluación de costo-efectividad y del

impacto clínico longitudinal limita la comprensión de los beneficios reales de la TC guiada más allá del rendimiento diagnóstico inmediato.

6. Fortalezas de la investigación

Entre las principales fortalezas de este trabajo se destaca su carácter integrador y actualizado, al sintetizar evidencia científica publicada entre 2020 y 2025, período en el que se produjeron avances relevantes en la TC aplicada al intervencionismo pulmonar. Su enfoque narrativo permitió articular estudios de diferentes diseños, ofreciendo una visión amplia sobre la precisión diagnóstica, la seguridad del procedimiento y la evolución tecnológica de la TC guiada.

Otra fortaleza es el aporte del contexto latinoamericano, al integrar información regional procedente de Colombia, Argentina y Chile, donde la evidencia sugiere que la TC brinda alta eficacia diagnóstica y bajo riesgo de complicaciones. Esta inclusión amplía la aplicabilidad de los resultados y refuerza la relevancia de la investigación para la práctica médica en países de ingresos medios.

IV. CONCLUSIONES

- En esta revisión narrativa se logró analizar las principales evidencias publicadas de la tomografía computarizada (TC) como guía de imagen en biopsias pulmonares en adultos, con alta exactitud diagnóstica y buen perfil de seguridad. Su habilidad para crear imágenes tridimensionales y multiplanares permite planificar trayectorias de punción seguras, adquirir muestras precisas y disminuir la necesidad de procedimientos quirúrgicos más invasivos. Así, la TC guiada permite la toma de decisiones clínicas y refuerza el diagnóstico precoz de enfermedades pulmonares malignas, inflamatorias o infecciosas.
- En términos de eficacia y exactitud diagnóstica, según la evidencia revisada sugiere que la tomografía computarizada es sobresaliente en relación a la fluoroscopia o la ecografía, en las que el control espacial es limitado, la visualización del trayecto de la aguja es indirecta y los intentos fallidos son más frecuentes. Los datos analizados sugieren que la TC logra rendimientos diagnósticos superiores al 90 %, con bajas tasas de complicaciones, en su mayoría leves, siendo la técnica ideal para dirigir biopsias pulmonares.
- En cuanto a los factores técnicos y de protocolo, se encontró que el éxito del procedimiento depende de una planificación preoperatoria adecuada, cortes finos de 1-2 mm, técnica coaxial, reconstrucción multiplanar y monitorización seriada con protocolos de baja dosis. Estos parámetros mejoran la exactitud diagnóstica, reducen la exposición a la radiación y evitan complicaciones como neumotórax o hemorragia alveolar. Además, la integración de nuevas tecnologías como la reconstrucción iterativa o la navegación 3D guiada por

software son ejemplos de la búsqueda por hacer los procedimientos más seguros, rápidos y eficientes.

- Finalmente, entre las lesiones pulmonares más comunes, se sugiere que la TC como guía de imagen es excelente para biopsiar nódulos periféricos, subpleurales, profundos o mediastínicos, en los que otras técnicas son insuficientes. Su capacidad de control multiplanar permite orientar la aguja exactamente hacia zonas viables del tejido, eludiendo estructuras nobles y optimizando la muestra obtenida. Además, la TC es esencial para el diagnóstico de tumores primarios, metástasis, lesiones inflamatorias e infecciosas, proporcionando una caracterización histológica o molecular
- Finalmente, no se encontró muchos artículos a nivel nacional, sin embargo, se usarán los artículos internacionales como evidencia donde sugiere a la TC como método de guía en biopsias pulmonares principalmente en lesiones profundas o de difícil acceso, optimizando los protocolos técnicos mediante cortes finos y planificación multiplanar, así mismo fortalecer la capacitación del personal, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones multicéntricas y la formulación de guías clínicas adaptadas al contexto hospitalario peruano. En el ámbito local, la implementación de protocolos estandarizados en hospitales de nivel II–III podría mejorar la reproducibilidad y reducir complicaciones.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Xue Y, Diao M, Han B. Application Value of Artificial Intelligence-Assisted Diagnostic Systems in CT Diagnosis of Pulmonary Nodules. Proceedings of Anticancer Research [Internet]. 16 de enero de 2025 [citado 22 de octubre de 2025];9(1):1-7. Disponible en: <https://www.bbwpublisher.com/index.php/PAR/article/view/9386>
2. Starkey D, Mander G, Watson D. Imaging of the Thorax. En: Computed Tomography. CRC Press; 2022.
3. Wang D, Cao L, Li B. Computer-aided diagnosis system versus conventional reading system in low-dose (< 2 mSv) computed tomography: comparative study for patients at risk of lung cancer. Sao Paulo Medical Journal [Internet]. 2022;(ahead). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-31802022005027201&lang=pt
4. Lee SH, Kao GD, Feigenberg SJ, Dorsey JF, Frick MA, Jean-Baptiste S, et al. Multiblock Discriminant Analysis of Integrative (18)F-FDG-PET/CT Radiomics for Predicting Circulating Tumor Cells in Early-Stage Non-small Cell Lung Cancer Treated With Stereotactic Body Radiation Therapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1 de agosto de 2021;110(5):1451-65.
5. Zane K, Yu Q, Zangan SM. Percutaneous Lung Biopsy: Evidence-Based Techniques to Reduce Complications. Seminars in Interventional Radiology [Internet]. 16 de septiembre de 2025 [citado 22 de octubre de 2025];42:374-82. Disponible en: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0045-1811697>

6. Kim I, Oh Y, Lee MK, Eom JS. A Life-Threatening Infection after Endobronchial Ultrasound Transbronchial Lung Biopsy with Guide Sheath: A Case Report. *Medicina (Kaunas)*. 14 de septiembre de 2022;58(9).
7. Hernández Sampieri R, Mendoza Torres CP. Metodología de la Investigación. Las Rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixtas [Internet]. 2023 [citado 5 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-las-rutas-cuantitativa-cualitativa-mixta_93340
8. Sun F, Chen Z, Zhou D, Li Z, Wang H, Zhao R, et al. Regularity and correlation analysis of regional lymph node metastasis in nonoperative patients with non-small cell lung cancer based on positron emission tomography/computed tomography images. *Radiat Oncol*. 7 de octubre de 2024;19(1):137.
9. Tipaldi MA, Ronconi E, Krokidis ME, Zolovkins A, Orgera G, Laurino F, et al. Diagnostic yield of CT-guided lung biopsies: how can we limit negative sampling? *Br J Radiol*. 1 de febrero de 2022;95(1130):20210434.
10. Liu S, Liang B, Li Y, Xu J, Qian W, Lin M, et al. CT-Guided Percutaneous Cryoablation in Patients with Lung Nodules Mainly Composed of Ground-Glass Opacities. *J Vasc Interv Radiol*. agosto de 2022;33(8):942-8.
11. Metintas M, Ak G, Yildirim H, Dundar E, Aydin N, Erginel S, et al. Image-Assisted Pleural Needle Biopsy or Medical Thoracoscopy: Which Method for Which Patient? A Randomized Controlled Trial. *Chest*. agosto de 2024;166(2):405-12.
12. Paudel S, Kayastha P, Suwal S, Nepal B, Bhusal KR, Katwal S, et al. Comparison of Ultrasonography with Computed Tomography in Diagnosis and

- Staging of Lung Cancer. Kathmandu Univ Med J (KUMJ). diciembre de 2024;22(88):361-6.
13. Sun X, Li YH, Gao L, Hu XW, Zhang T, Xu WB, et al. [Silent pulmonary shadows]. Zhonghua Jie He Hu Xi Za Zhi. 12 de mayo de 2024;47(5):444-9.
 14. Ravaglia C, Vignigni G, Vizzuso A, Dubini A, Petrella E, Giampalma E, et al. Cone-Beam Computed Tomography Improves Location of Transbronchial Cryobiopsy in Interstitial Lung Disease with Limited Extent. Respiration. 2024;103(10):641-50.
 15. Valencia Correa JJ, Villegas Valencia S, Moreno Salinas L, Piedrahita Vallejo MA, Montoya Restrepo P, Palacio Montoya MI. Complicaciones de la biopsia percutánea de pulmón guiada por tomografía. Rev colomb radiol [Internet]. 30 de septiembre de 2021 [citado 24 de octubre de 2025];32(3):5584-90. Disponible en: <https://rcr.acronline.org/index.php/rcr/article/view/170>
 16. Del Valle JB, Alonso Serena M, Ducrey G, Savluk JL, Borensztein MA. Biopsia de tumores pulmonares con guía ecográfica: evaluación de eficacia y complicaciones. Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba [Internet]. 26 de diciembre de 2023 [citado 24 de octubre de 2025];80(4):439-55. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/med/article/view/40922>
 17. Castro JM, Mantilla AJ, Aranda I. Localización preoperatoria guiada por tomografía computarizada de nódulos pulmonares con Onyx-34. RCHRAD [Internet]. 12 de abril de 2023 [citado 24 de octubre de 2025];29(1):10050. Disponible en: https://www.resochradi.com/frame_esp.php?id=53

18. Jiang H, Ma L, Qi XW, Yan LZ, Feng HX, Suo LJ, et al. Pulmonary benign metastasizing leiomyoma: a case report and literature review. *Ann Palliat Med.* mayo de 2021;10(5):5831-8.
19. Scherer J, Mukasa SL, Wolmarans K, Guler R, Kotze T, Song T, et al. Multi-level tuberculosis of the spine identified by 18 F-FDG-PET/CT and concomitant urogenital tuberculosis: a case report from the spinal TB X cohort. *Infection.* diciembre de 2024;52(6):2507-19.
20. Oh JE, Chung HS, Gwon HR, Park EY, Kim HY, Lee GK, et al. Prediction of Lymph Node Metastasis in Lung Cancer Using Deep Learning of Endobronchial Ultrasound Images With Size on CT and PET-CT Findings. *Respirology.* junio de 2025;30(6):515-22.
21. Liang T, Du Y, Guo C, Wang Y, Shang J, Yang J, et al. Ultra-low-dose CT-guided lung biopsy in clinic: radiation dose, accuracy, image quality, and complication rate. *Acta Radiol.* febrero de 2021;62(2):198-205.
22. Saleem MH, Mfarrej MFB, Khan KA, Alharthy SA. Emerging trends in wastewater treatment: Addressing microorganic pollutants and environmental impacts. *Science of The Total Environment* [Internet]. 25 de febrero de 2024 [citado 30 de octubre de 2024];913:169755. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969723083857>
23. Goto Y, Imai M, Tanaka H, Kosai S, Sakagami T, Mori T, et al. [Primary Pulmonary Amyloidosis with a Localized Consolidation: Report of Two Cases]. *Kyobu Geka.* agosto de 2021;74(8):635-9.
24. He WW, Wang WJ, Huang ZX, Li YL, Xia QY, Shi Y, et al. *Mycobacterium paragordoniae* pulmonary disease with rapidly growing solitary lesions: a case

- report and literature review. *J Infect Dev Ctries.* 31 de octubre de 2024;18(10):1625-31.
25. Tamura A, Ko R, Kenmotsu H, Kawata T, Matsuda S, Morita M, et al. Association of FDG-PET/CT findings with adequate tissue samples for gene panel testing in transbronchial lung biopsy and endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. *Respir Investig.* septiembre de 2025;63(5):898-903.
 26. Monaco L, Crivellaro C, De Bernardi E, Bono F, Casati G, Seminati D, et al. Next-generation radiomic sequencing in non-small cell lung cancer: an alternative model to predict mutations from [18F]FDG PET/CT. *Ther Adv Respir Dis.* diciembre de 2025;19:17534666251384433.
 27. Da-Ano R, Andrade-Miranda G, Tankyevych O, Visvikis D, Conze PH, Rest CCL. Automated PD-L1 status prediction in lung cancer with multi-modal PET/CT fusion. *Sci Rep.* 19 de julio de 2024;14(1):16720.
 28. Van der Heijden EHF, Snoeren M, Jacobs C. Incidental pulmonary nodules on CT imaging: what to do?. *Ned Tijdschr Geneesk.* 23 de junio de 2025;169:D8431.
 29. Zhao L, Pang Y, Ding Y, Chen J, Fang J, Yu L, et al. 68Ga-NK224 PET/CT for Noninvasive Evaluation of PD-L1 Expression and Intertumor Heterogeneity: A Translational Exploratory Study. *Clin Cancer Res.* 15 de julio de 2025;31(14):2989-3001.
 30. Usmani S, Jain A, Akhter SMJ, Al Riyami K, Abubakar S, Al Busaidi A. 18 F-FDG PET/CT Imaging of Pulmonary Hamartomas: Metabolic and

Functional Characterization. Clin Nucl Med. 1 de noviembre de 2023;48(11):e537-8.

31. Riviere M, Brioude G, Remond V, Graille I, Gaubert JY, Habert P. [Imaging of actinomycosis: CT scan, bronchial embolization and pathology]. Rev Mal Respir. junio de 2024;41(6):446-50.
32. Yan QF, Sun ZL, Wang Q, Zhou JY. [A case of allergic bronchopulmonary mycosis caused by *Triodiomyces crassus*]. Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi. 12 de mayo de 2025;48(5):464-9.
33. Padilla Bermejo A, García Zoghby L, Pena Pardo FJ, Del Prado Talavera Rubio M, Poblete García VM. 18 F-FDG PET/CT to Spare Malignancy in a Rare Case of Lung Endometriosis. Clin Nucl Med. 1 de octubre de 2023;48(10):e472-3.
34. Xu H, Yao XJ, Xiao GQ, Lin Y, Yan Q, Xie BS. Multiple pulmonary masses with diffuse cystic lesions. Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi. 12 de enero de 2023;46(1):46-50.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Términos utilizados

| Elemento | Descripción |
|------------------|---|
| Población | Pacientes adultos (≥ 18 años) con sospecha o diagnóstico de lesiones pulmonares que requieren biopsia para confirmación histopatológica. Incluye tanto casos oncológicos como lesiones benignas o infecciosas que precisan diagnóstico etiológico mediante procedimientos mínimamente invasivos. |
| Concepto | Uso de la tomografía computarizada (TC) como guía de imagen en procedimientos de biopsia pulmonar percutánea, evaluando su eficacia diagnóstica, precisión técnica y seguridad frente a otras modalidades (como ecografía o fluoroscopia). Se consideran los avances en planificación multiplanar, reconstrucción iterativa y protocolos de baja dosis, que optimizan la calidad de imagen y reducen la exposición a radiación. |
| Contexto | Estudios realizados en entornos hospitalarios y clínicas especializadas de radiología intervencionista, tanto en América Latina como a nivel internacional, entre los años 2020 y 2025. La revisión integra parámetros técnicos, lesiones pulmonares más frecuentes que respaldan el uso de la TC como estándar en biopsias pulmonares. |

**Pregunta de
investigación**

¿Cuál es la evidencia científica actual sobre el uso de la tomografía computarizada como guía de imagen en las biopsias pulmonares en adultos?

Fuente: Elaboración propia del autor

ANEXO N° 2: Fórmulas de búsqueda utilizadas

| Número | Búsqueda Pubmed (Ingles) | Cantidad de resultados |
|---------------------------------|--|------------------------|
| #1 (Población) | ("adult patients" OR "patients with pulmonary lesions" OR "patients with lung disease") | 4,408 |
| #2 (Concepto) | ("computed tomography" OR "CT-guided biopsy" OR "image-guided lung biopsy") | 1,525 |
| #3 (Contexto) | ("diagnostic accuracy" OR "technical parameters" OR "procedure safety" OR "complications") | 8,559 |
| #1 AND #2 | ("adult patients" OR "patients with pulmonary lesions" OR "patients with lung disease") AND ("computed tomography" OR "CT-guided biopsy" OR "image-guided lung biopsy") | 361 |
| #1 AND #2 AND #3 | ("adult patients" OR "patients with pulmonary lesions" OR "patients with lung disease") AND ("computed tomography" OR "CT-guided biopsy" OR "image-guided lung biopsy") AND ("diagnostic accuracy" OR "technical parameters" OR "procedure safety" OR "complications") | 176 |

Fuente: Elaboración propia del autor

ANEXO N° 3: Evidencia latinoamericana sobre el uso de la tomografía computarizada como guía de imagen en biopsias pulmonares

| País / Autor (Año) | Diseño y muestra | Técnica y modalidad empleada | Rendimiento diagnóstico | Complicaciones | Hallazgos relevantes | Conclusión principal |
|---|---|--|---|--|---|--|
| Colombia – Valencia Correa et al. (2021) | Estudio observacional retrospectivo en 84 pacientes sometidos a biopsia pulmonar guiada por TC (Clínica CES, Medellín). | TC helicoidal con aguja coaxial tipo Trucut; cortes finos (1–2 mm); anestesia local; control tomográfico postpunción. | 94 % de muestras adecuadas. | Neumotórax: 13,1 % Hemorragia alveolar: 7,1 % Hemoptisis: 4,8 % Mortalidad: 1,2 % (1 caso). | Mayor riesgo en lesiones < 2 cm y distantes de la pleura. La mayoría de eventos fueron leves y autolimitados. | La BPGTC mantiene un equilibrio óptimo entre eficacia y seguridad. La planificación multiplanar y la técnica coaxial reducen complicaciones. |
| Argentina – Del Valle et al. (2023) | Estudio descriptivo retrospectivo con 36 procedimientos realizados en el Hospital Italiano de Buenos Aires (2020–2021). | Guía ecográfica (USG) con agujas Franseen/Core 18–20 G; anestesia local; control por TC de baja dosis. | 88,9 % de eficacia diagnóstica (32/36 muestras útiles). | Totales: 13,9 % Neumotórax leve: 2 casos Hemotórax leve/moderado: 2 Dolor leve: 1 | La ecografía fue útil en lesiones periféricas y pleurales. Limitaciones en lesiones profundas. | La TC sigue siendo el estándar por su capacidad multiplanar y precisión superior para lesiones mediastínicas o profundas. |
| Chile – Castro et al. (2023) | Serie de casos de 9 pacientes con nódulos pulmonares pequeños sometidos a cirugía mínimamente invasiva (prelocalización). | TC de alta resolución (TCAR) con Onyx-34 como marcador preoperatorio; cortes finos (1 mm); control multiplanar en tiempo real. | 100 % de éxito en localización de nódulos. | Sin complicaciones mayores. | Permite reducir el tiempo quirúrgico y mejorar la precisión de resección toracoscópica. | La TC guiada es útil no solo para la biopsia, sino también para la planificación quirúrgica en cirugía torácica mínimamente invasiva. |

Fuente: Elaboración propia del autor

ANEXO N° 4: Evidencia sobre la eficacia y precisión de la tomografía computarizada como guía de imagen en biopsias pulmonares

| Autor / Año | Método de guía en biopsia o diagnóstico | Resultados clave | Cómo sustenta la afirmación |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Tipaldi et al., 2022 (Italia) | Biopsias pulmonares guiadas por TC (319 procedimientos) | - 78 % de diagnósticos concluyentes en la primera biopsia (218 malignos / 32 benignos). - Precisión aumenta cuando las lesiones son >18 mm y con mejor acceso. - Identifica variables que predicen fallas diagnósticas (lesiones pequeñas, basales o con baja captación PET). | La TC sugiere alta eficacia diagnóstica y control preciso del trayecto de aguja, evitando zonas de necrosis y estructuras de riesgo. |
| Paudel et al., 2024 (Nepal) | Comparación US vs. TC para diagnóstico y etapificación de cáncer pulmonar | - TC es el estándar de oro para el diagnóstico, localización anatómica y etapificación. - US solo detecta lesiones periféricas o supraclaviculares, con menor detección de tumores profundos (solo 40.2 % detectados por US). - US mostró sensibilidad alta en derrame pleural (80.3 %), pero la TC detectó en su gran mayoría tumores y metástasis. | La US no reemplaza a la TC en lesiones pulmonares profundas o mediastínicas, debido a limitación de ventana acústica. |

Fuente: Elaboración propia del autor

1. **La evidencia sugiere que la TC argumenta mayor precisión diagnóstica porque:**
 - Visualiza la lesión en múltiples planos (axial, coronal y sagital).
 - Permite planificar el trayecto óptimo de la aguja y evitar vasos o cisuras.
 - Puede corregir la dirección durante todo el procedimiento (control dinámico).
2. **La ecografía tiene limitaciones anatómicas,** como se muestra en Paudel et al.

ANEXO N° 5: Factores determinantes de la precisión diagnóstica

| Estudio / Fuente | Factor evaluado | Hallazgo clave del estudio | Cómo respalda la afirmación |
|---|--|---|--|
| Tipaldi et al., 2022 (CT-guided biopsies -Italia) | Tamaño y ubicación de la lesión (variable crítica para éxito diagnóstico) | En 319 biopsias, los nódulos < 18 mm y/o localizados en zonas basales presentaron el doble de riesgo de muestra no diagnóstica (OR = 2.03 para tamaño pequeño; OR = 1.96 para ubicación basal). El rendimiento diagnóstico global fue del 78 %. | Confirma que lesiones pequeñas y profundas requieren precisión extrema, justificando el uso de cortes finos 1–2 mm y reconstrucciones multiplanares, dado que estas variables aumentan biopsias fallidas si no se planifica adecuadamente. |
| Sun et al., 2024 (caso clínico- China) | Importancia del trayecto y orientación de la aguja (planificación multiplanar) | En un caso complejo, la TC permitió identificar áreas de menor densidad (-30 HU) y planificar el trayecto hacia la zona adecuada para muestreo. La biopsia fue confirmatoria al primer intento gracias al uso de cortes finos y reconstrucción multiplanar. | Demuestra que la localización exacta del sitio de punción cambia el resultado, y que el reconocimiento de regiones adecuadas evita muestras no diagnósticas. |
| Liang et al., 2021 (Ultra-low dose CT biopsy) | Parámetros técnicos (cortes finos, control respiratorio, aguja coaxial) | TC de ultra baja dosis permitió mantener precisión diagnóstica > 95 % con cortes finos y técnica coaxial, reduciendo la radiación sin perder exactitud. Indica que la alineación correcta del eje de la aguja con el eje del nódulo es clave. | Respalda que los parámetros técnicos (calibre de aguja, cortes 1–2 mm, control respiratorio) influyen directamente en la precisión diagnóstica. |
| Saleem et al., 2024 (caso TB simulando cáncer- guía TC) | Elección de aguja y experiencia operatoria | Caso de tuberculosis simulando tumor maligno. TC guía de muestras múltiples en un solo trayecto con aguja coaxial, permitiendo diagnóstico correcto sin complicaciones. | Evidencia que la aguja coaxial + experiencia del operador reduce intentos repetidos y mejora la calidad del tejido obtenido. |

Fuente: Elaboración propia del autor