

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**REVISION BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA EFICACIA Y COMPLICACIONES  
DERIVADAS DE LA BIOPSIA PULMONAR PERCUTÁNEA CON AGUJA  
GRUESA TIPO TRU-CUT GUIADA POR TAC Y ULTRASONIDO.**

Trabajo de graduación sometido a la consideración del Comité Director del posgrado de Radiología e Imágenes Médicas para optar por el grado académico de Especialista en Radiología e Imágenes Médicas.

**Autores:**

Melissa Sandoval Carmona

Médico residente en Radiología e Imágenes Médicas del Hospital México

Código: 13013

Correo electrónico: [mscarmona11@hotmail.com](mailto:mscarmona11@hotmail.com)

Randall Rojas Varela

Médico especialista en Radiología e Imágenes Médicas con alta especialidad en Radiología

Torácica del Hospital México

Código: 11566

Correo electrónico: [ranrojas@gmail.com](mailto:ranrojas@gmail.com)

**Octubre, 2023**

“Esta Tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Radiología e Imágenes Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Radiología e Imágenes Médicas”

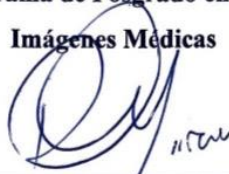


---

Dr. Manuel Hernández Gaitán

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas

**Coordinador Nacional del Programa de Posgrado en la Especialidad en Radiología e Imágenes Médicas**



---

Dr. Randall Rojas Varela

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas

Alta Especialidad en Radiología Torácica

**Tutor**



---

Dra. Ariela Gómez Pérez

Asistente Especialista en Radiología e Imágenes Médicas

**Lector**



---

Dra. Melissa Sandoval Carmona

**Sustentante**



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Melissa Sandoval Corrales con cédula de identidad 70920865, en mi condición de autor del TFG titulado Revisión bibliográfica sobre la eficacia y condiciones derivadas de la biopsia pulmonar percutánea con aguja gruesa Info Tru-Cut guiada por TAC y ultrasonido.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## **Dedicatoria**

A Dios y a mi familia, en especial a mi esposo, a mis padres y a mi hermana Cindy, por estar siempre a mi lado, por ser pacientes, sacrificarse conmigo, sostenerme cuando más lo necesitaba y apoyarme en cada paso.

## **Agradecimientos**

A mi maestro, a quien admiro profundamente, el Dr. Randall Rojas Varela, por su guía, cariño y paciencia. Quien ha despertado en mí el amor por la radiología torácica y las ganas de seguir creciendo.

A mi lectora y amiga, la Dra. Ariela Gómez, gracias por siempre estar presente y enseñarme tanto.

A mis amigos y compañeros de residencia, especialmente a Marco Sánchez, Oscar Roldán y Carolina Jiménez, gracias a ustedes el camino fue mejor.

## Tabla de contenido

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>II</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>IV</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>VII</b>
<b>Abreviaturas .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>10</b>
<b>Pregunta de investigación .....</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>12</b>
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos.....	12
<b>Viabilidad .....</b>	<b>13</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>14</b>
Tipo de estudio .....	14
Fuente de datos .....	14
Población de la investigación .....	14
Criterios de inclusión.....	14
Criterios de exclusión .....	15
Procesamiento y análisis de la información .....	15
Conflicto de interés.....	15
Costos .....	15
<b>Marco teórico .....</b>	<b>16</b>
<b>Biopsia pulmonar percutánea: ¿Qué es?.....</b>	<b>16</b>
<b>Indicaciones para realizar una biopsia pulmonar .....</b>	<b>18</b>
<b>Contraindicaciones .....</b>	<b>20</b>
Contraindicaciones Absolutas .....	20
Contraindicaciones relativas.....	20
<b>Procedimiento paso a paso: Antes, durante y después.....</b>	<b>22</b>
<b>Complicaciones .....</b>	<b>39</b>
Neumotórax .....	40
Hemorragia pulmonar.....	43
Hemoptisis.....	45
Embolismo aéreo .....	46
Siembra de células tumorales en trayecto de la aguja .....	47
Complicaciones locales .....	47

<b>Conclusión .....</b>	<b>XLIX</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>L</b>

## Lista de figuras

*Todas las figuras anexas son con fines ilustrativos.*

Figura 1: Equipamiento sala de procedimiento .....	25
Figura 2 Ropa estéril para equipo operador.....	26
Figura 3 Insumos: Anestesia local, jabón, agujas, papel estéril, guantes .....	26
Figura 4 Mesa estéril de trabajo .....	26
Figura 5 Asepsia y antisepsia de sitio de biopsia .....	31
Figura 6 Colocación campo estéril .....	31
Figura 7 Localización de la lesión y elección de sitio de abordaje .....	31
Figura 8 Aplicación de anestesia local .....	31
Figura 9 Inserción aguja introductora.....	32
Figura 10 Verificación punta de aguja introductora en el objetivo .....	32
Figura 11 Toma de muestra con aguja de corte.....	32
Figura 12 Verificación de localización del extremo de la aguja de corte.....	32
Figura 13 Comprobación de la calidad de la muestra .....	33
Figura 14 Compresión posterior a retiro de aguja .....	34
Figura 15 Ultrasonido control para detectar complicaciones .....	34
Figura 16 Preparación del paciente y de la mesa de trabajo.....	37
Figura 17 Toma de medidas: Distancia piel-pleura, piel-lesión, diámetro de la lesión .....	37
Figura 18 Asepsia y antisepsia .....	37
Figura 19 Aplicación de anestesia local .....	37
Figura 20 Inserción aguja introductora.....	38
Figura 21 Verificación localización de punta de la aguja introductora en la lesión.....	38
Figura 22 Toma de muestra.....	38
Figura 23 Progresión de neumotórax con necesidad de catéter pleural. ....	42
Figura 24 Leve neumotorax apical derecho .....	42
Figura 25 Biopsia percutánea de lesión central.....	43
Figura 26 Neumotórax marginal posterior a procedimiento. Nótese enfisema centroacinar en LSI. ....	43
Figura 27 Pequeña hemorragia alveolar adyacente a lesión.....	45
Figura 28 Mínimo neumotorax asociado.....	45

## Abreviaturas

BPAC	Biopsia percutánea pulmonar con aguja de corte Tru-cut
BAAF	Biopsia por aspiración con aguja fina
TAC	Tomografía axial computarizada
PET	Tomografía por emisión de positrones
US	Ultrasonido
LBA	Lavado broncoalveolar
FEV1	Volumen espiratorio forzado en 1 segundo
EPID	Enfermedad pulmonar intersticial difusa
NIU	Neumonía intersticial usual
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
NPS	Nódulo pulmonar solitario
INR	International normalized ratio (Índice internacional normalizado)
VPP	Valor predictivo positivo
PAM.	Presión arterial media

## Introducción

La biopsia percutánea pulmonar es un método bien establecido para el diagnóstico de diferentes lesiones pulmonares, tanto focales como difusas, ofreciendo una alta precisión diagnóstica y siendo un método seguro y rápido, con mínima morbilidad y llevado a cabo en la mayoría de los casos de forma ambulatoria e incluso a la cabecera del paciente en aquellos en que no se puedan movilizar dada su condición clínica, sin necesidad de traslado ni de uso de anestesia general.

Se puede realizar guiada por ultrasonido o por tomografía; la elección del estudio radiológico con el que se efectuará dependerá de la localización, tamaño y características de la lesión, de la experiencia del radiólogo intervencionista y de la disponibilidad del equipo.

Existen dos técnicas percutáneas, la biopsia con aguja gruesa tipo Tru-cut con sistema coaxial (BPAC) y la biopsia por aspiración con aguja fina (BAAF). De las dos, la primera es la que ha mostrado mayor eficacia en el diagnóstico de lesiones benignas y malignas, con tasas de éxito diagnóstico de hasta 98% y alta seguridad con respecto a la eficacia de la citología por aspiración con aguja fina que es de un 78%(1).

La principal complicación de este procedimiento es el neumotorax, con incidencias reportadas en la literatura de un 15% a un 25%, sin embargo, la gran mayoría de ellos son autolimitados y no requieren drenaje torácico (2).

El propósito de este estudio consiste en analizar la eficacia de la biopsia pulmonar percutánea y principales complicaciones derivadas de este tipo de procedimiento, su incidencia y las medidas que podríamos tomar para minimizar el riesgo de ocurrencia.

## **Justificación**

La biopsia pulmonar percutánea ha demostrado ser una técnica útil y segura en la práctica médica diaria, para el estudio histológico y citológico de las distintas lesiones pulmonares, con la ventaja de lograr diagnósticos precisos con mínimas complicaciones, incluso en pacientes con patologías pulmonares crónicas sobreagregadas en los cuales otros métodos diagnósticos están contraindicados.

La biopsia pulmonar percutánea con aguja gruesa tipo Tru-cut con técnica coaxial, permite la obtención de adecuadas muestras con solo un pase por la pleura, incidiendo en la disminución de complicaciones y en el mejoramiento del tejido extraído, lo que permite alcanzar un diagnóstico más certero para dirigir el tratamiento de forma específica y también el realizar estudios moleculares que detecten mutaciones y requieran otras alternativas terapéuticas, las cuales no estarían disponibles al paciente si no fuera por este procedimiento diagnóstico.

Por lo tanto, el realizar esta revisión bibliográfica, nos permitirá evaluar la sensibilidad, especificidad y eficacia diagnóstica de la biopsia pulmonar percutánea, analizando el impacto positivo en el manejo terapéutico de los pacientes al obtener un diagnóstico preciso y oportuno y reconociendo además las principales complicaciones del procedimiento y las medidas que se pueden tomar para minimizar la ocurrencia de estas.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es la eficacia y principales complicaciones de la biopsia pulmonar percutánea con aguja gruesa tipo Tru-cut guiada por TAC y ultrasonido, así como su impacto actual en el manejo de los pacientes con lesiones pulmonares sospechosas de malignidad?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar la eficacia diagnóstica de la biopsia pulmonar percutánea con aguja gruesa tipo Tru-cut guiada por TAC y ultrasonido en diferentes enfermedades pulmonares, analizando variables como sensibilidad y especificidad, así como las principales complicaciones derivadas del procedimiento.

### **Objetivos específicos**

Analizar la seguridad del procedimiento de la biopsia pulmonar percutánea, determinando cuales son las principales complicaciones y los factores de riesgo asociados a estas complicaciones, lo que nos permitirá minimizar los riesgos.

Comparar los estudios radiológicos utilizados para el abordaje de la biopsia pulmonar percutánea, TAC y ultrasonido, cuáles son las indicaciones y técnicas de cada uno de ellos.

Evaluar el impacto de la biopsia pulmonar percutánea en el pronóstico y supervivencia de los pacientes con enfermedades pulmonares particulares, como lo es el cáncer de pulmón, mediante la obtención de diagnósticos precisos y la detección de marcadores específicos que permitan dirigir de forma adecuada el abordaje terapéutico de estos pacientes.

## **Viabilidad**

El proyecto cuenta con las condiciones técnicas y las facilidades para ser llevado a cabo y cumplir con los objetivos.

## **Metodología**

### **Tipo de estudio**

Revisión bibliográfica

### **Fuente de datos**

Se realizaron búsquedas en las plataformas PubMed, Radiographics, NIH (National Library of Medicine), Science Direct, Elsevier, así como en las revistas The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery y American Thoracic Society Journals y en la base de datos del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información (SIBDI) de la Universidad de Costa Rica.

Se utilizaron las palabras clave: biopsia pulmonar percutánea, biopsia pulmonar con aguja gruesa, biopsia pulmonar guiada por TC, biopsia pulmonar guiada por ultrasonido, eficacia de la biopsia pulmonar, sensibilidad de la biopsia pulmonar percutánea, especificidad de la biopsia pulmonar percutánea, técnica de procedimiento de biopsia pulmonar, indicaciones biopsia pulmonar, contraindicaciones biopsia pulmonar y complicaciones de la biopsia pulmonar percutánea, usando los operadores de búsqueda AND, OR y NOT.

### **Población de la investigación**

Pacientes adultos sometidos a biopsia pulmonar percutánea con aguja gruesa bajo guía ecográfica y tomográfica.

### **Criterios de inclusión**

Se seleccionaron artículos científicos que cumplieran con los criterios mencionados a continuación:

- Realizados en idioma español e inglés.
- Fecha de publicación entre 2003 y 2023.

- Artículos acerca de la eficacia, sensibilidad y especificidad de la biopsia percutánea con aguja gruesa guiada por ultrasonido y por tomografía.
- Artículos sobre la técnica del procedimiento de la biopsia percutánea con aguja gruesa guiada por ecografía y tomografía.
- Artículos sobre las complicaciones derivadas de la biopsia percutánea.

### **Criterios de exclusión**

- Artículos acerca de la biopsia pulmonar percutánea guiada por otros métodos de imagen (fluoroscopia).
- Artículos acerca de biopsia pulmonar percutánea con técnica BAAF (Biopsia por aspiración con aguja fina).
- Artículos sobre biopsias torácicas percutáneas para lesiones no pulmonares (mediastino y pared torácica).

### **Procesamiento y análisis de la información**

Se seleccionaron los artículos según los criterios de inclusión, ordenándose por relevancia para la revisión.

### **Conflicto de interés**

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

### **Costos**

Este trabajo de graduación tiene propósitos académicos, por lo tanto, no cuenta con ninguna fuente de financiamiento. Los costos por realización serán asumidos por los investigadores.

## Marco teórico

### **Biopsia pulmonar percutánea: ¿Qué es?**

El método más utilizado y el que ha demostrado una mayor eficacia, es la biopsia core con agujas de corte tipo Tru-cut y sistema coaxial, guiada por imagen. La biopsia percutánea bajo guía radiológica ha demostrado ser segura, efectiva, mínimamente invasiva y en la mayoría de los casos se realiza de forma ambulatoria. Según el Colegio Americano de Radiología y la Sociedad de Radiología Intervencionista, una tasa aceptable de idoneidad diagnóstica para la biopsia de pulmón es del 85%. La eficacia diagnóstica aumenta con el tamaño de la lesión, siendo de hasta 95-98% en lesiones mayores de 30 mm y disminuye con lesiones menores a 15 mm hasta en un 74% y en nódulos subsólidos, sin embargo, la literatura indica que las lesiones mayores a 10 mm ya pueden ser biopsiadas con aguja Tru-cut. Como limitación para las lesiones pequeñas, es que son adecuadas para establecer si una lesión es maligna, sin embargo, puede que no sea suficiente para definir el subtipo histológico(3-6).

Comparada con la biopsia por broncoscopia, la biopsia con aguja gruesa presenta una viabilidad de hasta un 95%-98, rendimiento diagnóstico y sensibilidad a la malignidad de 98% y rendimiento del perfil molecular de hasta 98% para el genotipo realizado por NGS y 80% para las pruebas de PDL1, permitiendo un tratamiento personalizado, con una mejora en la tasa de respuesta y supervivencia de pacientes con cáncer de pulmón de células no pequeñas localmente avanzado y/o metastásico (5,7).

La cirugía torácica para diagnóstico presenta una mortalidad y morbilidad significativas (2-3% para lobectomía) debido a causas cardiovasculares y pérdida de la función pulmonar. El dolor post-toracotomía es un problema importante en aproximadamente el 10% de los pacientes en todos los grupos de edad. El diagnóstico preciso de lesiones benignas mediante la biopsia percutánea ha reducido la necesidad de cirugía diagnóstica hasta en un 50%.(8)

Las pistolas semiautomáticas tipo Tru-cut consisten en un dispositivo manual que permite obtener una muestra de la lesión, mediante un sistema de corte gatillado automáticamente al

presionar un botón, cortando cilindros de tejido de diferente grosor de acuerdo con el diámetro de la cánula que se use, en pulmón específicamente se usan las agujas de 18 G (Gauge), con diámetro mínimo recomendado de 20 G y máximo de 16 G y longitud que oscile entre los 150-220 mm. Ye et al. sugiere que se pueden utilizar las agujas de corte de 16 G para lesiones periféricas grandes (>3 cm) guiadas por ultrasonido y que con dos pases, se obtiene aún mayor sensibilidad diagnóstica que las biopsias tomadas con agujas de 18G, además de que el porcentaje de complicaciones en su investigación fue baja, de 10.6%, siendo ninguna de estas significativa, siendo la principal complicación la hemorragia pulmonar al compararse con biopsias percutáneas realizadas con aguja de 18 G (6,9).

El dispositivo coaxial consiste en una aguja introductoria que dispone de una punta trocar para direccionar el dispositivo, una cánula o estilete de punta roma para prevenir la desviación distal inadvertida y un tope de bloque en piel que evita la migración hacia adelante. Este sistema además de que nos permite obtener una mayor cantidad de tejido, brinda estabilidad, reduciendo las posibilidades de error en la ubicación de las lesiones, sobre todo las de abordaje difícil o profundas, disminuyendo así las posibilidades de complicaciones y las molestias para el paciente al realizar una sola punción además de que acorta el tiempo de realización de la biopsia.(2)

La biopsia es realizada por un radiólogo intervencionista y las modalidades de imagen incluyen fluoroscopia, tomografía computarizada y ultrasonido. Los radiólogos tienen un papel cada vez más importante, no sólo en la interpretación de imágenes, sino también en la prestación de un servicio de biopsia fiable y seguro que permita una caracterización precisa de la lesión y un tratamiento posterior adecuado (10).

En esta revisión nos centraremos en las biopsias guiadas por TC y por ultrasonido; la elección del método de imagen dependerá de la localización de la lesión, del tamaño, de la enfermedad pulmonar de fondo del paciente, la disponibilidad del equipo y la preferencia del radiólogo. El ultrasonido es útil solo cuando la lesión es periférica y está en contacto con la pared torácica, ya que el pulmón aireado impide una adecuada visualización.

## **Indicaciones para realizar una biopsia pulmonar**

La indicación más frecuente para una biopsia pulmonar es la presencia de un nódulo pulmonar nuevo o que ha aumentado de tamaño. Para los nódulos pulmonares que son detectados incidentalmente durante una tomografía computarizada, las directrices de la Sociedad Fleischner recomiendan la consideración de la biopsia pulmonar para nódulos pulmonares sólidos que miden más de 8 mm y tienen un crecimiento documentado.(5,6,10–13)

Las guías más recientes de la NCCN (National Comprehensive Cancer Network), el ACCP (American College of Chest Physicians) y la ASCO (American Society of Clinical Oncology) aconsejan que sin las lesiones son altamente sospechosas de neoplasia primaria de pulmón, grado I o II, no se recomienda biopsia previa ya que añade costos, tiempo y riesgo de complicaciones y es posible que no sea necesaria para el diagnóstico (13).

Nódulos pulmonares múltiples sospechosos de cáncer no primario de pulmón (5,13).

Nódulo pulmonar en un paciente con más de una malignidad o que tuvo una neoplasia primaria de pulmón con remisión de varios años de evolución, que no se puede determinar si corresponde con nueva neoplasia primaria o progresión de la neoplasia previa. Incluso en pacientes con neoplasias primarias que frecuentemente metastatizan a los pulmones (melanoma, sarcoma, cáncer testicular y tímico), el 40% de los nódulos malignos eran nuevos carcinomas primarios de pulmón, de ahí la importancia de la biopsia en estos pacientes para distinguir la enfermedad metastásica pulmonar del nuevo cáncer de pulmón primario, porque los tratamientos son diferentes (6,12–14).

Nódulo subsólido persistente y sospechoso de malignidad: El nódulo subsólido corresponde a un nódulo puro de vidrio deslustrado o un nódulo de vidrio deslustrado con porción sólida, 9% de ellos son positivos por cáncer de pulmón. Kim et al. realizó un estudio comparativo en el 2021 de 12 investigaciones retrospectivas que evaluaban la sensibilidad y especificidad de la biopsia percutánea en nódulos subsólidos, de los cuales 8 correspondían a biopsia percutánea con aguja gruesa y cuatro correspondían con biopsia por aspiración con aguja

fina, con un rango variable en el diámetro de las lesiones que iban desde los 12 mm a los 36 mm, determinando una sensibilidad de 70-100% y especificidad del 90-100% (6,15).

Consolidación focal persistente: Se considera persistente cuando la opacidad ha fallado para resolver en al menos un 50% dos semanas después del tratamiento o completamente en 4 semanas (16,17). Dicha consolidación, podrían tratarse de una enfermedad intersticial como una neumonía de organización criptogénica, de una infección atípica, de una vasculitis o de una neoplasia primaria de pulmón (5,6,16–18). Algunos microorganismos infecciosos incluso podrían no aislarse en cultivos de esputo, hemocultivos ni lavado broncoalveolar, por lo que es necesario recurrir a la biopsia para establecer el tratamiento farmacológico más adecuado. La biopsia pulmonar ha demostrado tener una sensibilidad del 83% y un VPP de 100% en estos casos (12), con similares porcentajes de complicaciones en biopsias indicadas para nódulo o masa pulmonar y permite diagnosticar neoplasias raras como el linfoma que representa solo el 0.5% de todas las neoplasias de pulmón y que usualmente el diagnóstico no se logra con broncoscopía (16,17). La biopsia percutánea es superior a la biopsia por broncoscopía para lesiones no infecciosas, con un porcentaje de sensibilidad del 83% y 54% respectivamente (16).

Lesiones cavitadas: Para diferenciar lesiones granulomatosas de neoplasia. Aproximadamente un 12% de los nódulos cavitados corresponden a cáncer de pulmón, correspondiendo la mayoría de estos a un carcinoma epidermoide. Las paredes de las cavitaciones de origen neoplásico suelen ser más gruesas (>15 mm) e irregulares y para obtener muestra suficiente, el pase debe ser tomado a nivel de la pared para lograr un adecuado diagnóstico (6,18).

Rebiopsia de neoplasia primaria de pulmón: La impresión del radiólogo sobre la concordancia del diagnóstico patológico de una lesión y su apariencia radiológica, proporciona información especial que podría influir en la decisión de repetir una biopsia en los casos en que el material sea insuficiente, no diagnóstico o benigno no específico (14). Algunas veces es necesario repetir la biopsia para redirigir la terapia. Por ejemplo, un cáncer de pulmón de células no pequeñas avanzado con progresión después de la primera línea de tratamiento puede requerir una nueva biopsia para detectar un nuevo perfil biológico de la

lesión y así realizar cambios en el tratamiento para lograr una adecuada respuesta. Se ha decidido cambiar el tratamiento hasta en un tercio de los pacientes bajo estas condiciones (6).

## **Contraindicaciones**

La principal contraindicación para la biopsia percutánea es la coagulopatía. Las guías de la Sociedad de Radiología Intervencionista consideran que una biopsia pulmonar es riesgosa si el INR es menor a 1.5 o si el conteo plaquetario es menor a 50 000/uL (1,11,13).

### **Contraindicaciones Absolutas**

- Paciente no cooperador: Un paciente que no sigue ordenes, presenta algún deterioro cognitivo, se encuentra combativo o presenta tos persistente que no cede con medicamentos, no es candidato a una biopsia percutánea, ya que el movimiento durante el procedimiento generará un riesgo aumentado de lesiones en la pleura y el parénquima, con mayor probabilidad de complicaciones, además de que la muestra no va a ser satisfactoria para el diagnóstico o los propósitos para los que se solicita, por ejemplo, el estudio molecular (13,14,19).
- Lesión no periférica en paciente con neumonectomía (13).
- Lesiones vasculares como aneurismas o malformaciones arteriovenosas.
- FEV1 menor a 1 litro o a 35% (14).

### **Contraindicaciones relativas**

- INR menor de 1.4 o conteo plaquetario menor de 100 000/uL.
- Viaje en avión 6 semanas después del procedimiento (11).
- Ventilación mecánica: Aunque puede dificultar el procedimiento, si la lesión se visualiza mediante ecografía, puede llevarse a cabo. Las lesiones no periféricas pueden ser tomadas por operadores experimentados bajo tomografía siempre y cuando se controle la ventilación durante el procedimiento y se cuente con todo el equipo humano experto disponible (13).
- Hemoglobina menor a 10 g/dl: Si el paciente se encuentra estable, es cooperador y son lesiones periféricas, no adyacentes a vasos de gran calibre, no representa contraindicación para el procedimiento.

- Hipertensión pulmonar: Aumenta el riesgo de hemorragia pulmonar (8,13,14).
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica de tipo enfisematosa severa.
- Enfermedad pleural extensa (13).
- Dependencia de oxígeno (13).
- Insuficiencia cardíaca: Pacientes con disnea.
- Hipertensión arterial: Tanto en el trayecto de lesiones periféricas como profundas, existen circulación sistémica (arterias intercostales, arterias mamarias internas, arterias bronquiales y arterias frénicas). La punción inadvertida de alguno de estos vasos en un paciente hipertenso, con una PAM de 100 mmHg o mayor, aumentará el riesgo de hemorragia pulmonar hasta en un 38%.(20)

## **Procedimiento paso a paso: Antes, durante y después.**

### **Consideraciones previas a la toma de la biopsia**

#### **VARIABLES RELACIONADAS CON EL PACIENTE**

Edad, sexo, tabaquista, exabaquista o no tabaquista, comorbilidades asociadas, alergia a medicamentos, antecedentes heredofamiliares de cáncer de pulmón, patología pulmonar preexistente.

#### **Patología pulmonar preexistente:**

##### **NIU:**

Hoy en día, solo existen dos estudios que analizan la eficacia y seguridad de la biopsia percutánea con técnica coaxial guiada por TAC para el diagnóstico de lesiones sospechosas de malignidad en pacientes con enfermedad pulmonar intersticial con patrón de neumonía intersticial usual, uno publicado en 2021 (Shin et al.) y otro en 2022 (Kim et al.), con resultados similares en eficacia, sensibilidad y especificidad, con porcentajes de eficacia de 89 y 85.7% y tasa de complicación de 51 y 35.7 % respectivamente, siendo el factor determinante el uso de la técnica coaxial, que en el segundo estudio demostró una mayor seguridad con disminución del riesgo de complicaciones, concluyendo en que la biopsia percutánea con técnica coaxial es un método de diagnóstico útil para el diagnóstico de cáncer pulmonar en pacientes con NIU, con una eficacia diagnóstica razonable y una tasa de complicación aceptable (10,20).

#### **Evaluación de la función pulmonar**

- El balance riesgo-beneficio del procedimiento en pacientes con patología pulmonar de fondo, debe ser discutido por un equipo multidisciplinario que incluya neumólogos y radiólogos como mínimo.
- Se recomienda que todos los pacientes tengan una espirometría reciente.

- Los pacientes con una FEV1 menor de 35% no deberían someterse a una biopsia pulmonar, a menos que la lesión sea periférica, y exista menor riesgo de neumotorax, en el cual se valoraría la posibilidad de realizarla. Anderson *et al* y Fish *et al* encontraron que los pacientes con obstrucción de la vía aérea tienen un mayor riesgo de requerir un tubo de drenaje si ocurre un neumotórax (3).

### **Estudios preoperatorios**

**Estudios radiológicos:** Deben ser revisadas antes del estudio, una radiografía de tórax y un estudio tomográfico reciente, para realizar el estadiaje de un cáncer de pulmón si esta fuera la lesión de sospecha, definir si es viable realizar la biopsia, establecer el planeamiento quirúrgico que incluye definir el sitio de abordaje, la posición del paciente y el método de imagen a utilizar para guiar la biopsia, y detectar cambios en las patologías pulmonares o torácicas preexistentes o lesiones nuevas que puedan contraindicar el procedimiento.

**Estudios de laboratorio:** Deben ser realizados antes de la biopsia, pruebas de coagulación que incluyen TP, TPT e INR y hemograma, recomendándose valores de 1.4 para el INR, mayor a 100 000 el conteo de plaquetas y más de 10 g/dl de hemoglobina, así como pruebas de función renal si la biopsia será guiada por tomografía con medio de contraste con el fin de definir la anatomía hilar inmediatamente antes de realizar la biopsia(3).

Una vez que han sido valorados los estudios preoperatorios y la condición clínica del paciente, y se ha concluido que la biopsia es viable, el radiólogo contactará al paciente, al cual le explicará de forma concisa y clara, los beneficios y riesgos del procedimiento, le indicará si debe suspender algunos fármacos antes, por ejemplo anticoagulantes y antiagregantes plaquetarios (por lo menos cinco días antes del procedimiento), así como guardar ayuno (al menos 6 horas) y reportar si presenta alergias a medicamentos como anestésicos y medio de contraste; una vez que el paciente ha entendido y da su consentimiento, se programa la biopsia (14).

## **Elección del equipo de trabajo, métodos de imagen y agujas:**

### **Equipo de trabajo**

La biopsia percutánea pulmonar generalmente la realiza un radiólogo intervencionista, sin embargo, la atención completa del paciente también involucra a enfermeras y tecnólogos radiológicos y puede involucrar a cirujanos, neumólogos y otros especialistas médicos que ayudan en la preparación, educación del paciente y manejo de complicaciones derivadas del procedimiento. Durante y después de la biopsia, la enfermera o enfermero, asiste al radiólogo y monitorea al paciente, informando cualquier desestabilización de los signos vitales. El personal de enfermería también debe ayudar a brindar educación coordinada al paciente. Un enfoque de equipo para la atención de estos pacientes conducirá a mejores resultados (12,13).

### **Método de imagen**

La elección del método de imagen para guiar el procedimiento también estará a cargo del operador, siempre que sea posible, se debe usar el ultrasonido, ya que es el método más seguro, rápido y económico, así como el de mayor disponibilidad, sin embargo, este método de imagen solo es útil en lesiones periféricas, mientras que las lesiones centrales, lesiones pequeñas, cerca de estructuras vasculares, lesiones hipervasculares o en pacientes con enfermedades pulmonares de tipo intersticial o bulosa, debe ser guiada por tomografía computarizada, y si son lesiones perihiliares, se sugiere tomografía contrastada (11,12).

### **Agujas**

Las agujas de corte tienen calibres que van desde 14 hasta los 22 Gauge, en pulmón específicamente se utilizan las agujas de 18G. Pueden ser de punta roma (Greene o Turner) o utilizando un receptáculo que se encuentra justo en la región proximal de la punta (tipo Westcott). El dispositivo coaxial será de 17G para permitir el paso de la aguja número 18G. La longitud de las agujas puede ser de 150 mm o 220 mm, de acuerdo con la profundidad de la lesión.

La decisión del tipo de aguja será tomada por el operador, de acuerdo con su preferencia, experiencia, posición de la lesión y tipo de tejido citológico que se desea obtener.

### **Durante la biopsia**

#### **Mesa de trabajo**

Debe contar con un campo estéril en el cual se coloca: ropa estéril para el radiólogo, asistente y enfermero a cargo del procedimiento, anestesia local (lidocaína al 1% o 2%), jeringa de 10 ml, jeringa de 20 ml, aguja para cargar, aguja para infiltrar, aguja larga para aspirar, esparadrapo, gasas estériles, guantes estériles, paños estériles, jabón quirúrgico antiséptico, povidona yodada, hoja de bisturí, dispositivo coaxial, pistola semiautomática Tru-cut, papel estéril para colocar las muestras y frascos con formaldehido para almacenar las muestras y enviarlas a patología (13).

#### **En la sala de toma de biopsia debe contarse además con (13)**

- Equipo de monitorio de signos vitales (Esfigmomanómetro, oxímetro)
- Oxígeno
- Equipo de succión
- Equipos de intubación y vía aérea artificial.
- Una mascarilla con válvula de bolsa
- Un carro de reanimación

*Figura 1: Equipamiento sala de procedimiento*



Figura 2 Ropa estéril para equipo operador



Figura 3 Insumos: Anestesia local, jabón, agujas, papel estéril, guantes.



Figura 4 Mesa estéril de trabajo

## Paciente

- Verificar que el consentimiento se encuentre firmado.
- Explicarle nuevamente los beneficios y riesgos de la biopsia.
- Detallar de forma clara la técnica de respiración durante la toma de las muestras y practicarla antes de iniciar.

- Es recomendable que el paciente cuente con dos vías periféricas de grueso calibre en caso de necesitarlas eventualmente por alguna complicación derivada del procedimiento.
- Las posiciones del paciente en la camilla pueden ser en decúbito supino, prono, decúbito lateral u oblicuo, dependiendo del sitio de elección para la punción, con las manos elevadas sobre la cabeza para ampliar el diámetro de los espacios intercostales y obtener un menor acceso (12). La mayoría de los autores concuerdan en que se debe evitar la posición lateral, ya que es la más incómoda para el paciente, además de que la literatura indica que aumenta el riesgo de neumotórax (9). Si la localización de la lesión lo permite, algunos prefieren la posición en prono, ya que esto disminuye el movimiento del tórax y además pueden recuperarse en la posición usualmente más confortable que es el decúbito supino, mientras que otros prefieren realizar el procedimiento a través de un abordaje anterior ya que en esta posición el paciente se siente más confortable durante la biopsia (3,11). Dependerá como mencionamos anteriormente, de la ubicación de la lesión, las estructuras adyacentes que la rodean, de la distancia más corta de la piel a la lesión y de la comodidad para el radiólogo para trabajar mejor. Se pueden utilizar cuñas para colocar al paciente en una posición oblicua de 45 grados si es necesario (1). No se recomienda realizar la biopsia sentada, porque existe riesgo de embolismo aéreo y posible desmayo. Es indispensable que el paciente se sienta cómodo con la posición elegida, para evitar la inmovilización o molestias durante el procedimiento y disminuir así el riesgo de complicaciones y de una biopsia no diagnóstica.
- En caso de que se trate de una paciente femenina, que el trayecto de la biopsia se pueda realizar únicamente a través de la glándula mamaria, se recomienda fijar la mama con cinta.
- Debe mantenerse monitorizado al paciente antes, durante y después del procedimiento, vigilando los signos vitales.

## **Técnica del procedimiento guiado por ultrasonido**

La biopsia guiada por ultrasonido, como mencionamos anteriormente, está indicada para aquellas lesiones pulmonares periféricas que se encuentran en contacto con la pleura. El ultrasonido es efectivo, seguro, rápido, de bajo costo, no emite radiaciones ionizantes, ofrece una visualización en tiempo real y multiplanar de la lesión incluso con los movimientos respiratorios del paciente y adicionalmente permite realizar ajustes finos de la aguja durante el procedimiento (12,21). Las biopsias de punción directa que permite el ultrasonido en las lesiones periféricas reducen el riesgo de neumotórax y de hemotórax mayor, sin incrementar el riesgo de diseminación pleural del tumor, comparado con lesiones no subpleurales, además el riesgo de diseminación disminuye aún más con agujas de menor calibre: coaxial de 19G y aguja de corte de 20G (22).

- En todos los casos, antes de realizar cualquier procedimiento, se debe indicar al paciente cada paso que se va a realizar y las molestias esperables que pueda tener durante la biopsia, para que se mantenga tranquilo, colabore y así se disminuya el riesgo de complicaciones.
- Previo a iniciar, se verifica el adecuado funcionamiento del equipo, el cual debe contar con sonda convexa (2.5-4 o 3.5-5.5 MHz) y lineal de alta resolución (7.5-12 MHz) y que esté disponible la función Doppler color (12). Se evalúa la localización de la lesión, la mejor ventana para el abordaje, el tamaño, la profundidad desde el plano cutáneo, las estructuras adyacentes, y la vascularidad de la propia lesión y de los tejidos circundantes.
- Las sondas se deben esterilizar con etanol al 75% al menos 5 minutos antes del procedimiento y cubrirlas con un plástico estéril para asegurar una completa esterilización (12).
- Asepsia y antisepsia de la piel del paciente con clorhexidina o povidona yodada a elección del radiólogo a cargo, colocando posteriormente un campo estéril, dejando descubierta únicamente la región en la cual se trabajará.
- Se le avisa al paciente que se procederá a colocar anestesia local, la cual le puede generar un leve discomfort, debe mantener una respiración tranquila. Usualmente se utiliza lidocaína al 1 o 2%, aplicada con aguja de 25G y jeringa de 10 ml, inyectando

un volumen promedio total de 5-10 ml para una dosis de 50-100 mg si la concentración es de 1% o de 100-200 mg si la concentración es de 2%. La inserción y el avance de la aguja de anestesia debe ser siempre visualizada por ultrasonido y debe evitarse los vasos de mayor calibre en el trayecto de la aguja, se realiza aspiración previa a la inyección del medicamento. La dosis máxima de la lidocaína es de 4.5-5 mg/kg de peso. Al igual que los otros anestésicos locales, debido a una dosificación alta, rápida absorción o inyección inadvertida intravascular, pueden presentarse síntomas de intoxicación en forma de complicaciones respiratorias, circulatorias, y trastornos del sistema nervioso. Los principales efectos adversos son: mareos, vómitos, temblores, visión borrosa, somnolencia, excitación, depresión respiratoria, depresión miocárdica, arrítmicas, convulsiones e hipotensión (23).

- Opcionalmente se puede realizar una pequeña incisión en piel con bisturí con hoja número 11 o 15, sin embargo, la punta de corte del dispositivo coaxial permite obviar este paso. La aguja coaxial consta de marcas de profundidad en centímetros, lo que permite ajustarla según la profundidad la lesión, además presenta una cánula de punta roma que ayuda a prevenir la desviación distal inadvertida reduciendo el riesgo de trauma tisular, y un tope de bloqueo en piel que evita la migración hacia adelante, garantizando una mayor seguridad en su manipulación.
- Se avanza la aguja introductora a través de los tejidos blandos siempre bajo visión sonográfica de todo el trayecto y una vez que se llega a la fascia endotorácica, se le indica al paciente que sostenga la respiración en una espiración simple y se continua con un movimiento firme y rápido al parénquima pulmonar, ya dentro de la lesión, se retira el estilete y se inserta la aguja de corte semiautomática, la cual cargada, permite la operación con una sola mano para manipular así mejor el transductor. Durante el intercambio de las agujas, se le indica al paciente que sostenga la respiración, además algunos autores recomiendan colocar algunas gotas de solución salina en la aguja introductora o dispositivo coaxial, para evitar el embolismo aéreo. Estudios recientes han evaluado el efecto de la instilación de solución salina, sangre, suspensión de esponja de gelatina o pegamento de fibrina a través del introductor para reducir el riesgo de embolismo aéreo y de neumotorax. Una técnica que parece prometedora, describe el sellado autólogo del introductor con un coagulo sanguíneo, al instilar de 3 a 10 ml de sangre autóloga a través del tracto de la aguja, esta técnica, sumada al

reposo del paciente sobre el sitio de punción ha demostrado en algunos estudios retrospectivos una reducción de hasta el 50% en el riesgo de neumotórax y requerimiento de sonda de tórax, sin embargo, dado que se ha implementado junto con otras medidas de reducción de complicaciones, es difícil determinar por si sola su efectividad (7,24).

- El dispositivo coaxial permite la obtención de múltiples pases con solo una punción percutánea, tomando todos los que sean necesarias, usualmente es suficiente con 3 a 4 muestras, en cada pase se rota la punta de corte para obtener muestra de cada cuadrante.
- El espécimen es colocado en papel estéril y es examinado por el operador para verificar su calidad. Un espécimen que se observe como una banda sólida y roja, puede que corresponda con tejido muscular y que no incluya tejido de la lesión de interés y si es de color negro, purulento, de apariencia frágil o segmentado, puede corresponder con tejido necrótico, siendo insuficiente para el diagnóstico. Una vez que se ha valorado la calidad de la muestra, se colocara inmediatamente en solución de formaldehído al 10% y son enviadas a patología (12).
- Es muy útil cuando en la sala de procedimientos, se encuentra presente un patólogo que realice una evaluación rápida in situ de la muestra y defina si es satisfactoria para el diagnóstico. Además, ahí mismo, se puede realizar una tinción de la muestra e interpretar de forma preliminar los hallazgos, guiando al radiólogo en si es meritorio un mayor número de punciones o si es suficiente con las muestras valoradas y si no es así y se necesitan más pases, guiarlo en la selección de sitios positivos, para lograr obtener muestras de alta calidad que permita la detección de biología molecular y reducir exámenes adicionales innecesarios (25).
- Se retira primero la aguja de corte y seguidamente el dispositivo coaxial en espiración, en el menor tiempo posible, para reducir el riesgo de neumotorax, ejerciendo posteriormente compresión sobre el sitio de punción para generar hemostasia.

*Figura 5 Asepsia y antisepsia de sitio de biopsia*



*Figura 6 Colocación campo estéril*

*Figura 7 Localización de la lesión y elección de sitio de abordaje*



*Figura 8 Aplicación de anestesia local*

Figura 9 Inserción aguja introductora



Figura 10 Verificación punta de aguja introductora en el objetivo



Figura 11 Toma de muestra con aguja de corte



Figura 12 Verificación de localización del extremo de la aguja de corte





*Figura 13 Comprobación de la calidad de la muestra*

### **Cuidados posteriores al procedimiento**

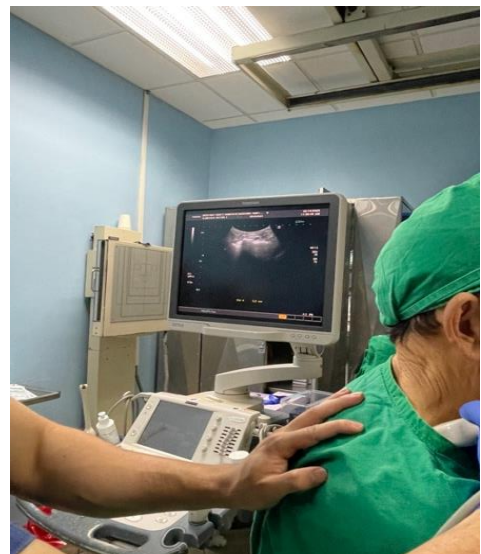
- Se realiza una inspección sonográfica para determinar si existe alguna complicación derivada del procedimiento (neumotorax, hemotórax). Si el paciente presenta disnea o dolor, se complementa además con radiografía de tórax.
- Se coloca vendaje compresivo y se acuesta al paciente en la camilla en la que se mantendrá en observación, reposando sobre el lado de la punción. Algunos autores sugieren que recostar al paciente rápidamente sobre el sitio de la biopsia dentro de los 10-15 segundos posteriores a retirar la aguja, puede disminuir el riesgo de neumotórax de un 15 hasta 27% y de hemoptisis de un 2-10% (7). Esta técnica puede funcionar a partir de un mecanismo fisiológico y mecánico: fisiológicamente, hace que la periferia del pulmón dependiente sufra atelectasia, lo que reduce la aireación local y mecánicamente, tapona el tracto creando una aposición pleural visceral-parietal, además se le puede instruir a que trate de no toser o realizar respiraciones profundas para evitar el incremento de la presión intratorácica y el desarrollo de un neumotórax, se traslada entonces al paciente a un área de recuperación para su observación, con monitoreo constante de los signos vitales y vigilancia por dolor, disnea, hipotensión o desaturación (12,13).

- A pesar de que actualmente no existe un consenso internacional sobre el tiempo estimado de vigilancia del paciente, la literatura recomienda en un paciente asintomático, una observación por un periodo de 1-2 horas y posterior egreso con recomendaciones sin necesidad de realizar un ultrasonido o radiografía de tórax control (12). Entre las indicaciones se encuentran: no realizar actividad física intensa por 48 horas, reconsultar por signos de alarma al servicio de emergencias y sin se encontraban anticoagulados, pueden reanudar la anticoagulación un día después del procedimiento.
- Para pacientes en los que no se documentó complicación alguna inmediatamente posterior al procedimiento, pero tienen alguna patología pulmonar concomitante (EPID), se recomienda realiza una radiografía de tórax control a la hora y si no se visualizan complicaciones y el paciente se encuentra estable, se egresa a las dos horas con recomendaciones.
- Si existiera alguna pequeña complicación (neumotorax marginal o leve o una pequeña hemorragia), se realiza una radiografía control a la hora y a las dos horas del procedimiento. Si en la radiografía control, el neumotorax se observa estable o ha mejorado y el paciente se encuentra en buenas condiciones clínicas, se egresa con recomendaciones, de lo contrario, si ha aumentado, o el paciente se encuentra sintomático, se debe tratar y prolongar el periodo de observación (1,12,13).

*Figura 14 Compresión posterior a retiro de aguja*



*Figura 15  
Ultrasonido control  
para detectar  
complicaciones*



## **Técnica del procedimiento guiado por tomografía**

La tomografía se utiliza cuando las lesiones pulmonares no contactan la pleura, son de localización central y son pequeñas (10 mm).

- Se coloca al paciente en la camilla del tomógrafo dependiendo del sitio elegido para el procedimiento (prono, supino, decúbito lateral y oblicuo derecho o izquierdo) y en la cual el paciente se sienta cómodo.
- Dependiendo de la localización de la lesión y de las estructuras adyacentes, se efectúa una tomografía simple o contrastada para planear el abordaje, con técnica helicoidal y con cortes de 5 mm, para disminuir la radiación.
- Se elige el corte tomográfico para el sitio de entrada, el cual se marca con un objeto metálico en piel. Posteriormente, se realizan más cortes para visualizar la relación de la lesión con el marcador y una vez confirmado el sitio de entrada, se retira el marcador. En este corte se mide la distancia del plano cutáneo a la lesión para determinar la longitud de la aguja y la distancia de la piel a la pleura para calcular la profundidad a la cual debe aplicarse la anestesia local (2). Se puede angular el gantry del TC si es necesario, para evitar costillas o para crear una trayectoria de la aguja paralela a la cisura (11). En lesiones centrales, es preferible que la trayectoria sea paralela a los vasos segmentarios (plano avascular).
- Los cortes en la biopsia guiada por tomografía, posterior al primer escaneo helicoidal, son adquiridos con técnica de “fluoroscopia por TC”, en la cual se realizan cortes axiales intermitentes de una sola rotación, activados por el operador con un pedal de pie; cada corte es de 2.5 mm y se muestra como 3 imágenes contiguas, además el campo de visión es de 30-60 mm y el amperaje y kilovoltios usualmente recomendados son de 50 mA y 120 kV, respectivamente (6).
- Se utilizan los mismos insumos que para la biopsia guiada por ultrasonido.
- Se realiza asepsia y antisepsia de la región donde se realizará el procedimiento, colocando también un campo estéril y aplicando anestesia local. En la biopsia guiada por tomografía se aplica primeramente 1 cc de lidocaína en piel en el sitio de punción elegido, se realizan algunos cortes axiales para visualizar que la aguja esté correctamente alineada con la lesión, posteriormente se avanza a través de los tejidos

blandos superficiales y profundos de la pared torácica a lo largo de la trayectoria esperada.

- Paso siguiente a la anestesia, se introduce el dispositivo coaxial, al cual previamente se le ajusta el tope de piel de acuerdo con la profundidad de la lesión, se avanza primeramente 1 a 2 cm a través del tejido subcutáneo, usando el láser del gantry como guía (la aguja está en plano axial si tanto el centro de la lesión como el sitio de entrada en la piel reflejan la luz del láser). Se continua el avance de forma incremental con confirmación por imagen, realizando cortes tomográficos En pacientes obesos o con lesiones pequeñas o en vidrio deslustrado, es recomendable realizar la exploración helicoidal, aunque este implique una mayor dosis de radiación. Dependiendo del caso, se pueden alternar entre secuencias helicoidales y axiales intermitentes de rotación única.
- Antes de cruzar la pleura, se administra anestesia local profunda a nivel de la fascia endotorácica; para colocar la anestesia, se fija la aguja introductora con la mano izquierda, se retira el estilete y se conecta la jeringa de lidocaína, se debe mantener una adecuada fijación de la aguja para evitar el avance inadvertido a la pleura. Se administran 5-10 ml de lidocaína, confirmamos que la punta de la aguja está en una correcta localización si no hay resistencia durante la inyección y si aparece un abultamiento subpleural en la imagen. Posteriormente, el dispositivo coaxial se avanza hacia el pulmón durante la inspiración con un movimiento rápido y firme, se vuelven a tomar cortes axiales para verificar la correcta posición de la punta en el objetivo y se procede al inicio de toma de muestras. No se recomienda permanecer por más de 5 segundos con la aguja de corte en el parénquima pulmonar y antes de remover el estilete para colocar la aguja, se puede colocar una gota de solución salina dentro del introductor para minimizar el riesgo de embolismo aéreo, además, durante los cambios de aguja, se debe sostener el centro de la aguja introductora con la mano izquierda para evitar el desplazamiento hacia arriba (6).
- Las muestras se valoran para verificar que son óptimas para el diagnóstico y se colocan en formaldehído para su respectivo análisis en patología (1,2).
- Antes de remover la aguja, se realiza una tomografía helicoidal completa del tórax para evaluar la presencia o no de complicaciones.

- Una vez que se ha confirmado que no existen complicaciones o son muy leves, se retira la aguja en un movimiento rápido en espiración.

Figura 16 Preparación del paciente y de la mesa de trabajo

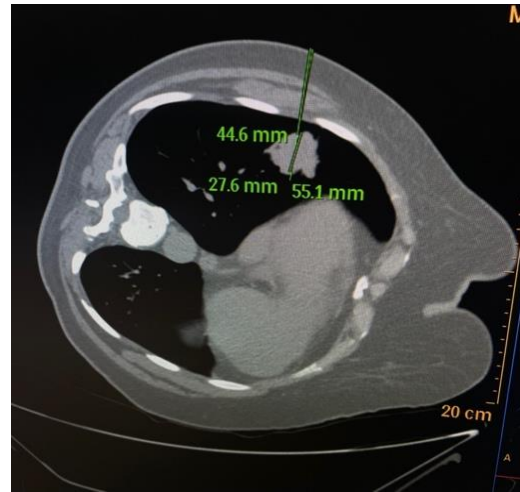


Figura 17 Toma de medidas: Distancia piel-pleura, piel-lesión, diámetro de la lesión



Figura 18 Asepsia y antisepsia



Figura 19 Aplicación de anestesia local

Figura 20 Inserción aguja introductora

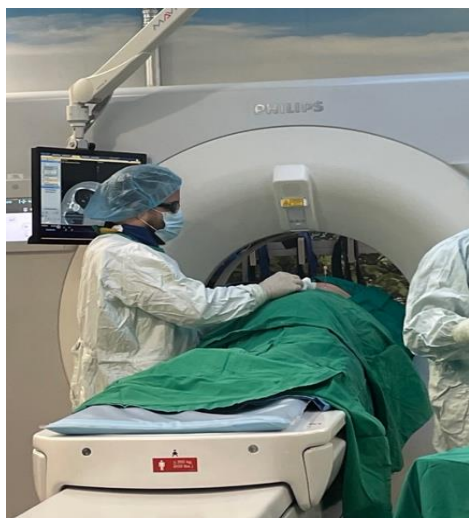


Figura 21 Verificación localización de punta de la aguja introductora en la lesión



Figura 22 Toma de muestra

### Cuidados posteriores al procedimiento

- Se siguen las mismas recomendaciones detalladas previamente en los cuidados posteriores al procedimiento de la biopsia pulmonar percutánea guiada por ultrasonido.

- Una vez que se ha cumplido con el periodo de observación, no se evidencian complicaciones en radiografía de tórax de control y el paciente se encuentra en buenas condiciones clínicas, se egresa con recomendaciones.

## **Complicaciones**

Las guías de la Sociedad de Radiología Intervencionista dividen las complicaciones en complicaciones menores y mayores y en tempranas y tardías. Las complicaciones menores incluyen neumotórax sin necesidad de intervención, hemorragia alrededor del objetivo y hemoptisis con hemostasia espontánea. Las complicaciones mayores incluyen neumotórax y hemotórax con necesidad de intervención y muerte (9).

Las complicaciones tempranas son aquellas que durante el procedimiento de biopsia en el sentido de complicaciones inmediatas y después de un tiempo de observación de dos a cuatro horas después del procedimiento (26).

La tasa de complicaciones promedio en biopsias pulmonares con aguja gruesa para nódulos en vidrio deslustrado es de aproximadamente un 52%, a pesar de que es alta, la tasa de complicaciones mayores es solo de 0.1% (5).

Iezzi et al. publicó en 2017 una escala de puntuación que predice el riesgo intra procedimiento en pacientes sometidos a biopsia pulmonar con aguja percutánea guiada por TC (puntuación CATH), utilizando como variables el diámetro de la lesión, la profundidad de la lesión, la trayectoria de la aguja y la presencia de enfisema (27).

Los valores de corte mejor estratificados para el riesgo de complicaciones para cada factor de riesgo fueron los siguientes:

- Diámetro de la lesión ( $\geq 30$  mm, puntuación 0; 20-30 mm, puntuación 1;  $< 20$  mm, puntuación 2).
- Ubicación de la lesión (dentro de 7 mm de la pleura o periférico, puntuación 0; lesión central, puntuación 1).

- Ruta de la aguja transpulmonar (< 7 mm, puntuación 0; 7-30 mm, puntuación 1; ≥ 30 mm, puntuación 2).
- Enfisema centrolobulillar (ausente, puntuación 0; presente, puntuación 1).

Por lo tanto, la escala de puntuación osciló entre 0 y 6 puntos. Se identificaron tres grupos diferentes de estratificación de riesgo: riesgo bajo (puntuación: 0-2 puntos), riesgo intermedio (puntuación: 3-4 puntos) y riesgo alto (puntuación: 5-6 puntos).

Iezzi et al. demostró que las complicaciones usando esta escala de puntuación fueron mucho menores que en el grupo control a los que no se les aplicó la escala, además de que la eficacia de la biopsia era mayor, principalmente en aquellos pacientes con estratificación de riesgo en 0 y lesiones periféricas, en los que se podía obtener muestras de mayor calidad al realizar la biopsia con aguja de 16 G. Estos datos sugieren que la puntuación CATH estratificó correctamente a los pacientes antes del procedimiento y ayudó a disminuir la tasa de complicaciones, por lo que su uso es recomendado (27).

## **Neumotórax**

Es la complicación más frecuente, con una tasa de ocurrencia de un 9-54% con promedio de 25%, siendo necesaria la sonda de drenaje en un 2-17% de los casos (28,29). La incidencia aumenta en nódulos pequeños (<2 cm), presencia de enfisema, disminución del ángulo aguja a piel (inserción de la aguja menos perpendicular a la pleura), lesiones profundas y movimiento o tos durante la biopsia, y disminuye en lesiones subpleurales y cuando atraviesa una consolidación pulmonar (9,11,28,30,31). La Sociedad Torácica Británica sugiere que los radiólogos deberían tratar de que menos del 3% de los neumotórax requieran drenaje.

El neumotórax puede ocurrir en cualquier momento del procedimiento, pero es más frecuente al retirar la aguja introductora. Los síntomas que podrían indicar un neumotórax son el dolor torácico y la dificultad para respirar (1).

Se define neumotórax significativo a la existencia de un borde radiolúcido visible de >2 cm medido al nivel del hilio entre el margen pulmonar y la pared torácica interna en una radiografía de tórax o a un neumotórax mayor al 30% (9,19).

En ultrasonido, la ausencia del signo de deslizamiento pleural (movimiento de la pleura parietal sobre la visceral durante la respiración) y de líneas B, junto con la presencia de mayor cantidad de líneas A (líneas de reverberación pleural) y el signo del punto pulmonar (punto de separación de la pleura visceral y la parietal) determinan el diagnóstico del neumotórax. La localización del punto pulmonar permite valorar la magnitud del neumotórax y la necesidad de un drenaje endotorácico; el drenaje es necesario si la localización es en la línea axilar media, y habrá que mantener una actitud conservadora si es anterosuperior, a la altura del segundo espacio intercostal (32).

### **Manejo del neumotórax:**

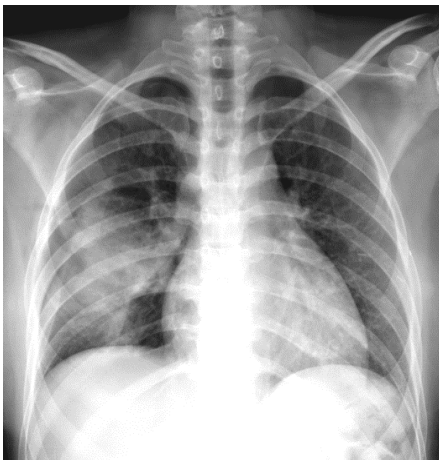
Los pacientes con neumotórax leve o moderado, que se encuentran asintomáticos, se pueden manejar solo con observación o una opción es la administración de elegir la opción oxígeno suplementario con nasocánula a 2-4 L/seg o con reservorio a 8 L/seg, que ayuda a acelerar la reabsorción del neumotórax, valorando al paciente una hora después con radiografía de tórax o ultrasonido, si el neumotórax ha desaparecido, ha disminuido o se mantiene estable, se egresa al paciente dos horas después del procedimiento y si por el contrario ha aumentado, se valorará la colocación de catéter pleural o sonda de tórax (1).

El neumotorax puede ser aspirado manualmente por el radiólogo en el momento del procedimiento cuando es detectado. La técnica incluye un Angiocath calibre 18, o su equivalente, como un catéter Cook con múltiples orificios laterales y se puede avanzar hacia el espacio pleural, usando un tubo intravenoso adjunto, una llave de paso de tres vías y una jeringa de 60 ml, el neumotórax puede ser completamente aspirado permanentemente en algunos casos, sin embargo, puede que no funcione para neumotórax que son mayores a 670 ml, siendo necesario en este caso la colocación de un catéter pleural y si no se reabsorbe una sonda de tórax (29).

Dentro de las medidas de tratamiento de rescate más recientes e innovadoras, se encuentra el parche de sangre pleural. La técnica consiste en colocar un catéter recto de orificios múltiples de 5 F en el espacio pleural bajo guía tomográfica, a través del espacio costal previamente anestesiado cerca del sitio de punción de la biopsia. El catéter idealmente se debe dirigir un ángulo oblicuo con respecto a la superficie del pulmón para evitar punción o lesión del pulmón durante el reinsuflado. Posteriormente se evacua el neumotórax con

succión de la pared, inmediatamente después se extrae una mediana de 30 ml de sangre autóloga de una vía intravenosa existente y se inyecta rápidamente en el espacio pleural, se remueve el catéter y se acuesta al paciente con el lado de la biopsia hacia abajo, se traslada al área de recuperación. Se realiza una radiografía de tórax para confirmar que no hay reacumulación del neumotórax 1 hora y 2 a 3 horas después de la biopsia. Es una técnica rápida y sencilla que ni siquiera requiere anestesia local adicional, y los pacientes a menudo ni siquiera saben que se está llevando a cabo un procedimiento adicional, además ha demostrado la reducción en la necesidad del uso de la sonda de tórax para drenaje de neumotórax (24).

*Figura 23 Progresión de neumotórax con necesidad de catéter pleural.*



*Figura 24 Leve neumotorax apical derecho*

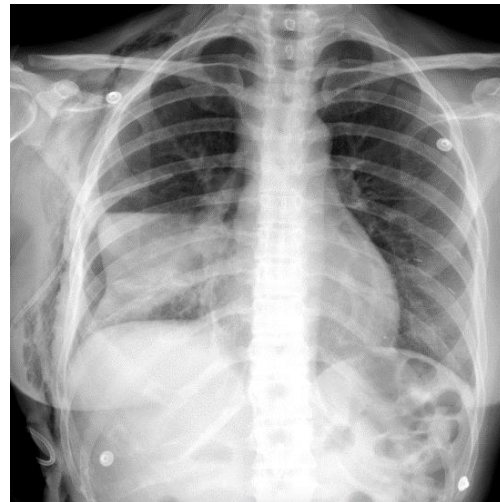


Figura 25 Biopsia percutánea de lesión central

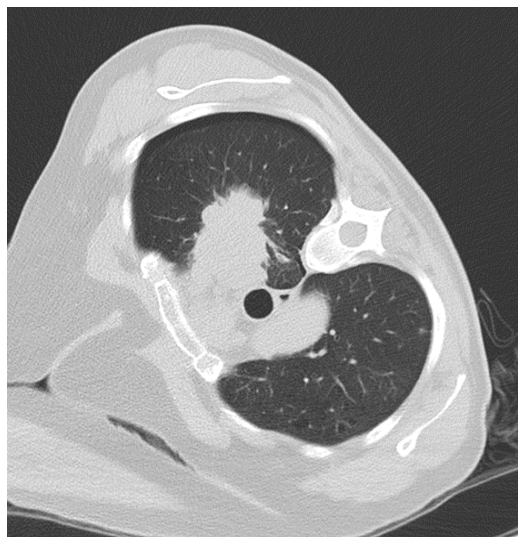
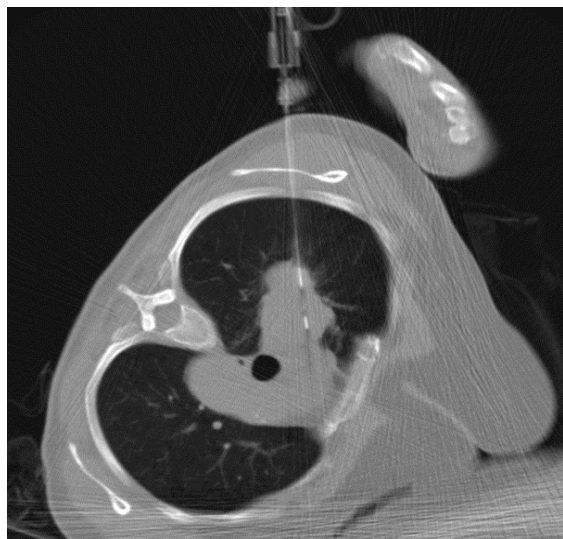


Figura 26 Neumotórax marginal posterior a procedimiento. Nótese enfisema centroacinar en LSI.

## Hemorragia pulmonar

Es la segunda complicación más común, usualmente autolimitada, pero puede oscurecer los bordes de la lesión dificultando o haciendo posible continuar con el procedimiento (28) o puede ser severa poniendo al paciente en una situación de riesgo. Su incidencia es de aproximadamente un 30-60%, presentándose en un 7% de los casos como una hemorragia de alto grado. Puede presentarse de tres maneras: como hemorragia alveolar, hemoptisis y hemotórax, siendo la más frecuente de las 3 la hemorragia alveolar.

Ocurre más frecuentemente en pacientes mayores (>75 años) y en mujeres, en biopsias de lesiones centrales cerca del hilio, lesiones en lóbulos inferiores (una posible explicación para esto es que los lóbulos inferiores del pulmón tienen una gran capacidad y pueden causar fácilmente un mayor desgarro y agrandamiento del orificio de biopsia), en nódulos de pequeño tamaño (<2 cm) ya que son más móviles con la respiración del paciente, nódulos subsólidos porque no tienen suficiente componente sólido para confinar una hemorragia, nódulos de origen metastásico por su angiogénesis, nódulos que tienen alrededor enfisema debido a que el enfisema no puede limitar la expansión del sangrado y lesiones de

localización posterior (4,31). El tamaño de la aguja y el número de pases no se ha relacionado con un mayor riesgo de sangrado (26).

Un factor de riesgo bien conocido, demostrado en múltiples estudios retrospectivos, es la hipertensión pulmonar, la cual se define tomográficamente por un diámetro de la arteria pulmonar principal mayor a 29.5 mm y una relación Ao/AP mayor a 1 (8). Si bien por si sola corresponde a una contraindicación relativa, principalmente si es severa, el equipo multidisciplinario debe valorar el caso de forma individual, evaluando la hipertensión pulmonar junto con las características de la lesión y el riesgo-beneficio de la biopsia y si se decide seguir adelante con el procedimiento, estar preparados para el abordaje de las posibles complicaciones.

### **Hemorragia alveolar:**

La hemorragia alveolar en TC se define como una nueva zona de consolidación hiperdensa o foco de vidrio deslustrado en las imágenes post-biopsia. La severidad de la hemorragia se puede clasificar al comparar los nuevos hallazgos con las imágenes previas a la biopsia. Puede ocurrir una hemorragia tardía en pacientes que ya tienen el alta hospitalaria que no observó en la tomografía inmediatamente posterior al procedimiento, pero es casi siempre autolimitada o incluso durante la biopsia puede ser tan pequeña que no se visualiza, sobre todo en caso de lesiones subpleurales o consolidaciones (8).

En ultrasonido, la hemorragia mayor se observa como un área de líquido libre de >2 cm en pacientes con hemotórax (9).

### **Se puede clasificar como:**

1. Sin hemorragia.
2. Hemorragia pulmonar de grado inferior: hemorragia en el tracto de la aguja  $\leq 2$  cm de ancho.
3. Hemorragia pulmonar de mayor grado: área más grande de hemorragia >2 cm alrededor de la aguja o hemorragia que abarca todo el lóbulo y hemotórax asociado.

Figura 27 Pequeña hemorragia alveolar adyacente a lesión



Figura 28 Mínimo neumotorax asociado.

## Hemoptisis

Aislado o concomitante con la hemorragia pulmonar, puede presentarse la hemoptisis, que se puede definir como cualquier expectoración de esputo sanguinolento, sangre o sangre fresca después del procedimiento, clasificándose como leve a moderada si es menor, autolimitada o tratable o masiva/grave si el volumen de sangre es grande, suficiente para poner en peligro la vida (8). La incidencia de hemoptisis es baja, de 1.5-9.5%, con promedio de 5%, siendo la mayoría leves y autolimitadas, con una tasa de mortalidad de 0.075%.

Los factores de riesgo bien conocidos para hemoptisis son la hemorragia pulmonar, hipertensión pulmonar, las lesiones profundas y los nódulos sub sólidos (29).

Si hay un episodio de hemoptisis durante el procedimiento, se remueve la aguja y se coloca al paciente en decúbito lateral sobre el lado de punción para evitar la aspiración de sangre al pulmón contralateral, si es necesario se puede aspirar la boca. En caso de una hemoptisis que no se puede controlar se pasará a broncoscopia (1).

## **Hemotórax**

Parte del espectro de hemorragia pulmonar, su incidencia es muy baja, de aproximadamente 0.09% y es autolimitado en la gran mayoría de las veces.

En caso de hemotórax severo, se debe colocar un tubo de toracotomía en fase aguda, seguido de fibrinolíticos intrapleurales en fase subaguda organizada. Si el hemotórax es masivo o presenta sangrado persistente (150-200cc/hora por 2- 4 horas) se debe realizar exploración por toracotomía urgente.

## **Embolismo aéreo**

La embolia aérea sistémica, aunque es muy rara, puede ser una complicación fatal si no se reconoce o se trata rápidamente, resultando en infarto del miocardio, accidente cerebrovascular y muerte. Su incidencia varía entre 0.02 y 0.06%, pudiendo existir un embolismo silente hasta en un 3.8%. Entre los factores de riesgo descritos están la posición prona y la localización de las lesiones por encima de la aurícula izquierda. El uso de gotas de solución salina en cada intercambio de aguja durante la biopsia ha mostrado reducción en el riesgo (33).

Hay tres mecanismos postulados para embolismo aéreo. Estos incluyen: la comunicación directa del aire atmosférico con las venas pulmonares, la fístula broncovenosa y, teóricamente, la derivación arteriovenosa de derecha a izquierda que permite que el aire evite la barrera mecánica del lecho capilar. Dada la presentación perioperatoria inmediata y la ausencia de complicaciones vasculares concomitantes, el principal mecanismo es la inspiración intraoperatoria directa de aire atmosférico hacia las venas pulmonares desde la aguja de acceso. Originalmente el embolo aéreo está confinado a la aurícula izquierda, sin embargo puede resultar en un evento isquémico miocárdico clínico transitorio o accidente cerebrovascular (33).

El tratamiento típico en pacientes con sintomatología leve incluyen Trendelenburg con posición de decúbito lateral izquierdo (para confinar las embolias aéreas dentro de la aurícula izquierda), administración de oxígeno, administración de líquidos intravenosos, y soporte para la presión arterial (19).

## **Siembra de células tumorales en trayecto de la aguja**

La siembra de tumores, mediante la cual se depositan células malignas a lo largo del tracto de la aguja, es un riesgo de la intervención percutánea. Se trata de una entidad muy rara. En la literatura se destacan dos grandes trabajos de investigación, uno por Richardson et al. con 5444 biopsias, de la que solo una se presentó con siembra en el tracto de salida y otro por Tomiyama et al. en Japón, donde se realizaron 10 000 biopsias, de las cuales 6 resultaron positivas para siembra, con una incidencia de 0.06% (34).

Es difícil determinar si un tumor que se ha desarrollado relativamente cerca del tumor inicial refleja una eliminación subóptima de la enfermedad (margenes positivos) o una neoplasia que ha recurrido debido a micro depósitos en los tejidos circundantes posterior a una biopsia. Diferenciar estos dos escenarios puede resultar difícil, sin embargo, en los estudios la incidencia de siembra tumoral por biopsia es muy baja y más aún en biopsia coaxial, donde la punción es solo una y la aguja de corte pasa a través de una aguja introductora (34).

Los depósitos tumorales suelen observarse en los tejidos blandos del sitio de biopsia previa, son redondos u ovalados, tienen márgenes bien definidos y realzan tras la administración de medios de contraste intravenosos, aunque sus características de imagen pueden diferir del tumor primario y su tiempo de aparición es ampliamente variable, pudiendo ser de 3 semanas a 4 años después de la biopsia.

### **Complicaciones locales**

- **Dolor:** Suele ser leve y autolimitado, si es moderado responde a analgésicos. Un dolor en banda en el lado de la punción sugiere irritación mecánica del nervio intercostal (1).
- **Infección del sitio de punción:** Es una complicación rara debido a todas las normas asépticas con las que se realiza el procedimiento. Autolimitada, se puede manejar con antibióticos orales.
- **Hematoma de tejidos blandos:** en ausencia de otras complicaciones hemorragias, no tiene significancia clínica y se habitualmente se reabsorbe espontáneamente.

## **Mortalidad**

La tasa de mortalidad de la biopsia pulmonar percutánea está poco documentada. La literatura contiene principalmente informes anecdóticos. Berquist et al informó dos muertes en 430 procedimientos, con una tasa del 0,47% y Richardson et al realizaron una encuesta postal sobre la práctica de biopsias pulmonares en el Reino Unido que logró una tasa de respuesta del 61% sobre la base de 5444 biopsias, estimándose la tasa de mortalidad en 0,15%.

## **Causas de la mortalidad**

La mortalidad por PTLB es generalmente un evento temprano e incluyen: hemoptisis masiva aguda o hemorragia pulmonar, embolismo aéreo y hemotórax grande.

## **Conclusión**

En resumen, conociendo de antemano la literatura ya descrita en este trabajo, se concluye que la biopsia pulmonar percutánea guiada por ultrasonido y tomografía, es una prueba diagnóstica bien establecida, segura y de gran utilidad, con una eficacia que alcanza hasta un 98% y una tasa de complicaciones que no llega al 30%, siendo más eficiente que otros métodos de diagnóstico (biopsia quirúrgica y biopsia por broncoscopía) en cuanto a complicaciones, estancia hospitalaria, uso de fármacos, equipos, personal médico y costo beneficio, lo que la hace un método óptimo para aquellos pacientes que no presentan contraindicación para el procedimiento.

Sigue siendo preferida la biopsia guiada por ultrasonido, por su accesibilidad, rapidez, la no utilización de radiaciones ionizantes y la ventaja de contar con imagen multiplanar en tiempo real de la lesión, permitiendo realizar ajustes finos de la trayectoria de la aguja siempre bajo guía de imagen.

La preparación de la biopsia es un paso clave para aumentar el rendimiento de este proceso y minimizar las complicaciones. Indicar adecuadamente el procedimiento, examinar a los pacientes para detectar contraindicaciones, asesorar a los pacientes durante todo el procedimiento, y planificar cuidadosamente una trayectoria ideal de la aguja, es esencial para la seguridad del paciente y el éxito diagnóstico.

Aunque hay algunos factores como las patologías pulmonares y cardíacas de fondo del paciente y la ubicación de la lesión, que se salen del control del radiólogo, es importante familiarizarse con las diferentes técnicas que existen para disminuir el riesgo de complicaciones y si alguna complicación eventualmente ocurre, estar preparado para manejarla de forma pronta y adecuada, para disminuir la morbilidad del paciente.

## Referencias bibliográficas

1. Rojas-Marín CE, Lara-García EA, González-Salas F, Rodríguez-Palomares LA. Biopsia pulmonar percutánea con Tru-cut ®: resultados en 200 casos. *GAMO*. 1 de septiembre de 2013;12(5):302-7.
2. Bourgouin PP, Rodriguez KJ, Fintelmann FJ. Image-Guided Percutaneous Lung Needle Biopsy: How we do it. *Tech Vasc Interv Radiol*. septiembre de 2021;24(3):100770.
3. Barbiero G, Battistel M, Pauro A, DE Conti G, Calabrese F, Rea F, et al. Benefit Over Risk Assessment of CT-guided Lung Core Needle Biopsy With the Coaxial Technique. *In Vivo*. 2023;37(4):1703-13.
4. Sarajlic V, Vesnic S, Udovicic-Gagula D, Kuric H, Akhan O. Diagnostic accuracy and complication rates of percutaneous CT-guided coaxial needle biopsy of pulmonary lesions. *Diagn Interv Radiol*. julio de 2021;27(4):553-7.
5. Najafi A, Al Ahmar M, Bonnet B, Delpla A, Kobe A, Madani K, et al. The PEARL Approach for CT-guided Lung Biopsy: Assessment of Complication Rate. *Radiology*. febrero de 2022;302(2):473-80.
6. Anzidei M, Porfiri A, Andrani F, Di Martino M, Saba L, Catalano C, et al. Imaging-guided chest biopsies: techniques and clinical results. *Insights Imaging*. 21 de junio de 2017;8(4):419-28.
7. Livi V, Paioli D, Cancellieri A, Betti S, Natali F, Ferrari M, et al. Diagnosis and Molecular Profiling of Lung Cancer by Percutaneous Ultrasound-Guided Biopsy of Superficial Metastatic Sites Is Safe and Highly Effective. *Respiration*. 2021;100(6):515-22.
8. Manhire A, Charig M, Clelland C, Gleeson F, Miller R, Moss H, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax*. 1 de noviembre de 2003;58(11):920-36.
9. Zhu J, Qu Y, Wang X, Jiang C, Mo J, Xi J, et al. Risk factors associated with pulmonary hemorrhage and hemoptysis following percutaneous CT-guided transthoracic lung core needle biopsy: a retrospective study of 1,090 cases. *Quant Imaging Med Surg*. mayo de 2020;10(5):1008-20.
10. Young M, Shapiro R. Percutaneous Lung Lesion Biopsy. En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 24 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513290/>
11. Zhang H, Tian S, Wang S, Liu S, Liao M. CT-Guided Percutaneous Core Needle Biopsy in Typing and Subtyping Lung Cancer: A Comparison to Surgery. *Technology in Cancer Research & Treatment* [Internet]. 2022 [citado 24 de octubre de 2023];21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8943531/>

12. Kim DY, Sun JS, Kim EY, Park KJ, You S. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous lung biopsy with a coaxial cutting needle for the diagnosis of lung cancer in patients with UIP pattern. *Sci Rep.* 20 de septiembre de 2022;12(1):15682.
13. Zlevor AM, Mauch SC, Knott EA, Pickhardt PJ, Mankowski Gettle L, Mao L, et al. Percutaneous Lung Biopsy with Pleural and Parenchymal Blood Patching: Results and Complications from 1,112 Core Biopsies. *J Vasc Interv Radiol.* septiembre de 2021;32(9):1319-27.
14. Elnekave E, Thornton R. The interventional radiologist's perspective on lung biopsy. *Acta Cytol.* 2012;56(6):636-44.
15. Guo YQ, Liao XH, Li ZX, Chen YY, Wang SD, Wang JH, et al. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Biopsy for Peripheral Pulmonary Lesions: Diagnostic Accuracy and Influencing Factors. *Ultrasound Med Biol.* mayo de 2018;44(5):1003-11.
16. Li Y, Du Y, Yang HF, Yu JH, Xu XX. CT-guided percutaneous core needle biopsy for small ( $\leq 20$  mm) pulmonary lesions. *Clin Radiol.* enero de 2013;68(1):e43-48.
17. Brioulet J, David A, Sagan C, Cellerin L, Frampas E, Morla O. Percutaneous CT-guided lung biopsy for the diagnosis of persistent pulmonary consolidation. *Diagn Interv Imaging.* noviembre de 2020;101(11):727-32.
18. Lourenço R, Camacho R, Barata MJ, Canário D, Gaspar A, Cyrne C. Biópsia percutânea transtorácica guiada por TC na avaliação de lesões pulmonares de natureza indeterminada. *Revista Portuguesa de Pneumologia.* 1 de septiembre de 2006;12(5):503-24.
19. Cham MD, Henschke CI, Yankelevitz DF. The radiologist's role in pathologic diagnosis of small lung nodules: radiographic methods of tissue acquisition. *Current Challenges in Thoracic Surgery* [Internet]. 25 de noviembre de 2022 [citado 24 de octubre de 2023];4(0). Disponible en: <https://ccts.amegroups.org/article/view/55047>
20. Wang S, Ye Q. Association between blood pressure and the risk of biopsy-induced endobronchial hemorrhage during bronchoscopy. *BMC Pulmonary Medicine.* 6 de enero de 2022;22(1):25.
21. Shin YJ, Yun G, Yoon SH, Song H, Kim J, Kim J, et al. Accuracy and complications of percutaneous transthoracic needle lung biopsy for the diagnosis of malignancy in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *Eur Radiol.* diciembre de 2021;31(12):9000-11.
22. Reid CE, Wallis AG. Percutaneous image-guided lung biopsy. *Br J Hosp Med (Lond).* 2 de diciembre de 2017;78(12):C178-82.
23. KODAMA H, TAKAKI H, TANIGUCHI J, OGASAWARA A, KAKO Y, KOBAYASHI K, et al. Efficacy of Percutaneous Direct Puncture Biopsy of Malignant Lung Tumors Contacting to the Pleura. *In Vivo.* 3 de septiembre de 2023;37(5):2237-43.

24. Monroy L, López V, Martínez A, Corona N, Velazquez-Zepeda A. Lidocaína: Anestésico local. Revisión bibliográfica. Medicina e Investigación Universidad Autónoma del Estado de México. 28 de septiembre de 2023;11:71.
25. Deng CJ, Dai FQ, Qian K, Tan QY, Wang RW, Deng B, et al. Clinical updates of approaches for biopsy of pulmonary lesions based on systematic review. BMC Pulm Med. 3 de septiembre de 2018;18(1):146.
26. Liu W, Xu C, Li L, Yuan Q, Wang W, Zou J. The Value of Computed Tomography-Guided Percutaneous Lung Biopsy Combined With Rapid On-Site Evaluation in Diagnosis of Peripheral Pulmonary Nodules. Technol Cancer Res Treat. 2022;21:15330338221118718.
27. Schroeder C, Loebelenz LI, Noeldge G, Kim SY, Heverhagen JT, Brönnimann MP. Nuevos factores de riesgo de hemorragia pulmonar que complican la biopsia pulmonar guiada por TC en técnica coaxial. Prensa méd argent. 2021;97-104.
28. Ye J, Peng W, Chen D, Qiu Y, Lan N, Huang T, et al. Ultrasound-guided percutaneous biopsy of peripheral pulmonary lesions with 16-G core needles: study of factors that influence sample adequacy and safety. Clin Radiol. enero de 2023;78(1):24-32.
29. de Margerie-Mellon C, de Bazelaire C, de Kerviler E. Image-guided biopsy in primary lung cancer: Why, when and how. Diagn Interv Imaging. octubre de 2016;97(10):965-72.
30. 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. 2021;5584-90.
31. Kiranantawat N, McDermott S, Fintelmann FJ, Montesi SB, Price MC, Digumarthy SR, et al. Clinical role, safety and diagnostic accuracy of percutaneous transthoracic needle biopsy in the evaluation of pulmonary consolidation. Respir Res. 2019;20:23.
32. Çakir Ö, Çam I, Koç U, Çiftçi E. Evaluation of major complications associated with percutaneous CT-guided biopsy of lung nodules below 3 cm. Turk J Med Sci. 9 de abril de 2020;50(2):369-74.
33. Wangüemert Pérez AL. Aplicaciones clínicas de la ecografía pulmonar. Med Clin (Barc). 10 de abril de 2020;154(7):260-8.
34. Marchak K, Hong MJ, Schramm KM. Systemic Air Embolism following CT-Guided Percutaneous Core Needle Biopsy of the Lung: Case Report and Review of the Literature. Semin Intervent Radiol. junio de 2019;36(2):68-71.
35. Robertson EG, Baxter G. Tumour seeding following percutaneous needle biopsy: the real story! Clin Radiol. noviembre de 2011;66(11):1007-14.