

CAPÍTULO 8

EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LA BIOPSIA DIRIGIDA POR TAC EN LA DETECCIÓN DE MASAS PULMONARES

DIAGNOSTIC EFFICACY OF CT BIOPSY IN THE DETECTION OF LUNG MASSES

Autor:

Juan Andrés Calle Agurto

Universidad Católica de Cuenca

callejuan62@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5509-8168>

Cuenca, Ecuador

Correspondencia:

callejuan62@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.58995/lb.redlic.20.184>



1. INTRODUCCIÓN

Se describe al nódulo pulmonar como una radiopacidad de hasta tres centímetros (cm) de diámetro que está rodeada por parénquima de características normales (1). Las lesiones con un diámetro mayor de tres cm, se consideran masas pulmonares y se encuentran asociadas principalmente a neoplasias o tumores. Estas se consideran inicialmente malignas, hasta que se demuestra lo contrario. Siendo, la biopsia dirigida por tomografía axial computarizada (TAC), el examen de elección para el diagnóstico definitivo cuando se trata de lesiones o masas pulmonares; estos métodos invasivos guiados por imagen son clave para el diagnóstico cuando se detecta masas o lesiones en exámenes de imagen de rutina (1,2). Este procedimiento fue aplicado por primera vez en 1883 por Leyden con un propósito distinto; diagnosticar el germen causal de la neumonía, pero fue posteriormente utilizado por Menetrier para diagnosticar neoplasias pulmonares. Aun así, hubo que esperar 100 años para que fuera utilizado en 1976 a nivel clínico por Haaga y Alfydi, quienes lo emplearon como guía para la punción percutánea del pulmón (3).

La biopsia dirigida por tomografía es considerada un método seguro y confiable con alta eficacia. Anteriormente, este procedimiento presentaba mayores complicaciones, actualmente este abordaje, mediante técnicas de imagen, ayuda a proteger estructuras vasculares y nerviosas, y es útil para el muestreo de otras partes del cuerpo. Al respecto, se sabe que la biopsia por aspiración con aguja fina (BAAF) muestra una precisión diagnóstica del 90 al 95 % en lesiones mayores de 2 cm de diámetro; en lesiones menores a 2 cm de diámetro el diagnóstico es del 60 al 80 %. Por otro lado, en lesiones benignas es del 70 % y lesiones malignas es del 90.6%, cuando el procedimiento es realizado de manera correcta (4).

Cabe recalcar, que la biopsia pulmonar abierta, tiene un promedio de complicaciones del 16 %, mientras que la biopsia guiada por TAC tiene un

rango de complicaciones muy bajo (1,1 %). La principal complicación es el neumotórax y, con menos frecuencia hemoptisis y enfisema (5,6).

Ahora bien, la finalidad de este procedimiento es obtener un diagnóstico histopatológico, mediante la obtención de tejido, para lo cual se pueden utilizar diferentes tipos de aguja. La BAAF es un método diagnóstico basado en la obtención de material citológico procedente de una lesión o masa, con el fin de realizar un estudio microscópico. En cuanto a la BAG, este procedimiento se realiza con aguja gruesa, a diferencia de la BAAF esta técnica permite obtener mayor cantidad de tejido para su estudio (7,8).

El desarrollo de nuevas técnicas de imagen, permiten la disminución de complicaciones, siendo la más frecuente la presencia de neumotórax, seguida de hemorragias. Diferentes factores como la profundidad, número de punciones y la localización, pueden aumentar el riesgo de hemorragia pulmonar. Las complicaciones están directamente relacionadas con el tamaño de la masa y la localización, según estudios, si la lesión tiene un diámetro menor a 2 cm, y se encuentra a mayor distancia de la pared torácica, las probabilidades de complicaciones serán mayores (9).

2. METODOLOGÍA

Se llevará a cabo una revisión bibliográfica de literatura dedicada al estudio científico en bases científicas que estén enfatizados en el desarrollo y actualización médica, que incluyen artículos científicos, revisiones sistemáticas y ensayos controlados. Para la obtención de dicha información se utilizarán las siguientes palabras claves “biopsia pulmonar, biopsia guiada por imagen, diagnóstico, tomografía.” y la combinación entre las mismas.

Se realizará la búsqueda de datos de bases de información científica como: PubMed, Dialnet, Redalyc, Scopus, Latindex, National Library of Medicine, Cochrane Library, Cinhal, UptoDate, Scielo, HealthGate y Google

Scholar; de artículos originales y revisiones científicas de estudios actualizados a nivel internacional y local que correspondan a los 5 últimos años, desde enero del 2017 hasta diciembre del 2022. Para generar una búsqueda sintetizada se emplearán términos en inglés y español ya antes mencionados. Se realizará la filtración de artículos científicos que cumplan con las características, criterios de inclusión y exclusión, se utilizará las citas bibliográficas relevantes identificadas en los artículos revisados con el fin de ampliar la investigación y rescatar otros estudios importantes.

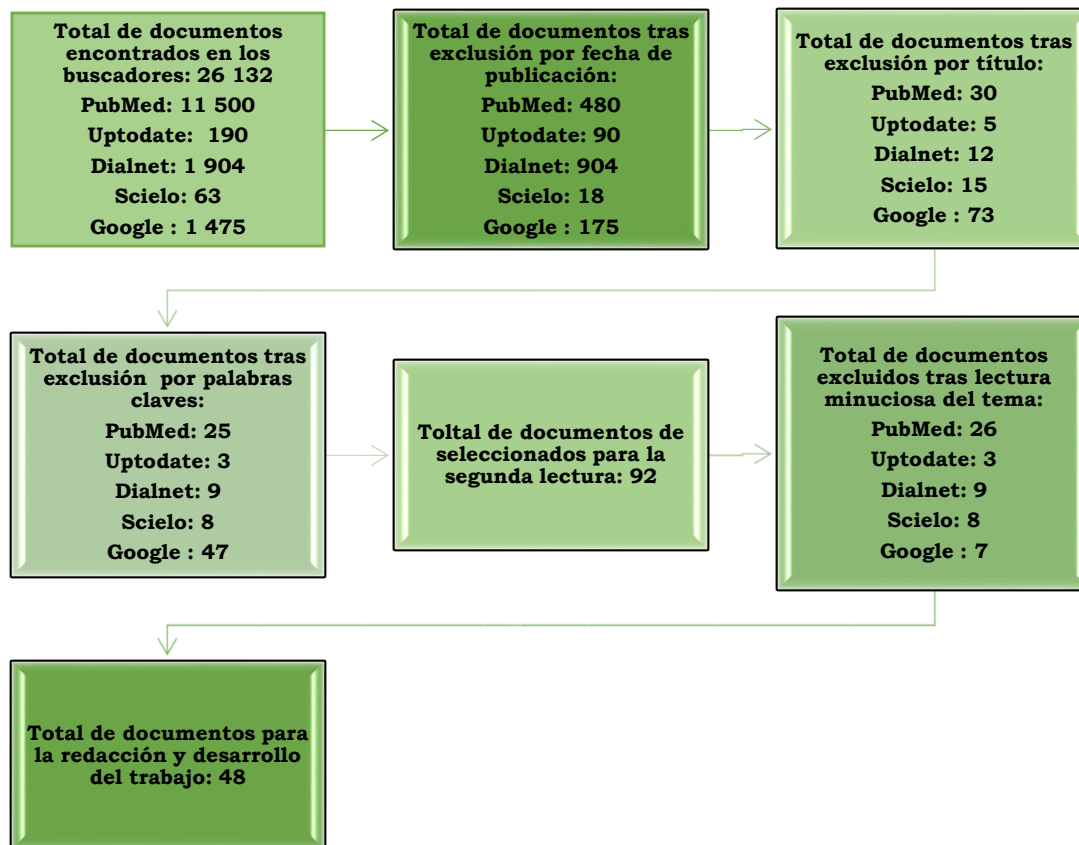
Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Literatura gris relevante, tesis de pregrado y posgrado acerca de eficacia del uso de TAC en la detección de masas pulmones, esto con literatura de los últimos 5 años solamente con estudios de relevancia.
- Revisiones sistemáticas y artículos científicos de los últimos 5 años con información en inglés y español sobre biopsia dirigida por TAC.
- Ensayos clínicos y meta-análisis acerca de biopsia dirigida por TAC en la detección de masas pulmonares.

Criterios de exclusión

- Revisiones aleatorias y artículos científicos que englobe la biopsia de modo general.
- Literatura sin sustento científico y que sus estudios no sean respaldados con evidencia científica.

Figura 1**Diagrama de flujo****3. DESARROLLO**

Con los nuevos avances tecnológicos en técnicas de imagen, la detección de masas o lesiones pulmonares ha incrementado; por lo tanto, la tomografía axial computarizada (TAC), constituye un método seguro y de alta eficacia en la localización de masas pulmonares para una posterior biopsia dirigida por imágenes. Uno de los principales problemas, para obtener un diagnóstico es el acceso hasta la zona o lesión, para poder realizar la biopsia y el posterior estudio (10,11).

La biopsia pulmonar dirigida por TAC, se considera un método de alta precisión diagnóstica, confiable y eficaz; debido a su sensibilidad y

especificidad. Este método de imagen es utilizado como guía, debido a su alta capacidad de resolución espacial y de contraste, en la visualización de imágenes tridimensionales; siendo adecuado para la localización y posterior toma de muestras, de lesiones o masas para un estudio histopatológico (12).

El cáncer pulmonar (CP), es considerado el tercer tipo de cáncer, que se presenta con mayor frecuencia a nivel mundial, y se considera la primera causa de muerte en América, con un estimado anual de 324 000 nuevos casos y cerca de 262 000 muertes anuales. Existe una marcada prevalencia en el sexo masculino, y se evidencia en países como Uruguay, Argentina, y Estados Unidos; las más altas tasas de incidencia y mortalidad; mediante proyecciones realizadas por la ONU, se estima que en el año 2030 existirán más de 541 000 nuevos casos y 445 000 muertes por cáncer de pulmón en las América (13).

De acuerdo al Registro Nacional de Solca, Ecuador tiene tasas de incidencias de cáncer de pulmón más bajas a diferencia de otros países, se encuentra en el puesto número 65 en hombres y 56 en mujeres, a nivel mundial, la mayor prevalencia de casos se encuentra en países como China, Canadá y Turquía (13).

La importancia para el diagnóstico y el tratamiento de las lesiones pulmonares o masas pulmonares, ya sean benignas o malignas, implica un reto para los profesionales de la salud, especialmente para los especialistas en el campo de la neumología y oncología. El uso de la tomografía axial computarizada (TAC) como guía; permite la visualización adecuada de la lesión o masa, en imágenes tridimensionales, su valoración preliminar, la adecuada punción y toma de la muestra para el diagnóstico. Este procedimiento puede realizarse de dos diferentes maneras, por punción con aguja fina (PAAF), al aspirar la lesión o masa que se desea estudiar, o punción con aguja gruesa y cortante, para obtener mayor cantidad tejido. De ese modo, las lesiones superiores a los 8 mm pueden ser biopsiadas,

aunque distintas fuentes indican que se puede realizar una biopsia en lesiones mayores a 5 mm con una seguridad diagnóstica entre el 90-95%, en lesiones de menor diámetro el diagnóstico es de 60 a 80 % (14,15).

La PAAF utiliza métodos de análisis citológico, mientras que BAG permite la obtención de muestras de tejido más grandes, adecuadas para la evaluación histológica, permitiendo la realización adicional de estudios inmunohistoquímicos, para determinar con mayor especificidad el tipo de tejido obtenido (14,15). Las biopsias pulmonares, presentan un bajo riesgo de complicaciones, a diferencia de las biopsias abiertas que muestran un promedio de complicaciones superior al 16%. Finalmente, se debe resaltar que la biopsia de lesiones o masas pulmonares, por punción es menos invasiva que la biopsia pulmonar abierta o quirúrgica y no es necesario el uso de anestesia general (15).

La tomografía axial computarizada (TAC), es un método diagnóstico con el que se visualizan imágenes tridimensionales continuas de diferentes cortes del órgano, o de la zona completa que se desea analizar. Esta se usa como marcador para identificar la lesión y realizar una medición mediante una referencia ósea, y realizar la punción (16). La tomografía de tórax utiliza parámetros específicos y obtiene con un tiempo de corte mínimo reconstrucciones con una alta resolución espacial de 0,1 a 0,3 mm; además, presenta una sensibilidad del 95% y una especificidad cercana al 100%, y a diferencia de la radiografía convencional de tórax puede proveer más información (14,16).

La biopsia percutánea guiada por imágenes, es el principal procedimiento para la obtención de muestras de masas, lesiones locales y difusas en el tórax, consiste en introducir una aguja de punción a nivel la epidermis con dirección a los tejidos más profundos, con el apoyo de imágenes tridimensionales como las que genera la TAC; con la finalidad de obtener una muestra apta para el estudio. De tal modo, que la PAAF y BAG son los

métodos de biopsia más utilizados, pues con ellos se puede obtener un diagnóstico histopatológico preciso, gracias a la aparición de técnicas modernas contra mutaciones en carcinoma no microcítico de pulmón, aumento de casos de adenocarcinoma y sus clasificaciones en distintos subgrupos, para el diagnóstico es necesario una gran cantidad de tejido, que solo es posible obtener mediante este procedimiento (15,16).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), definió el cáncer de pulmón como una masa que tiene su origen a nivel del epitelio respiratorio. A nivel mundial, el cáncer de pulmón es más frecuente en el sexo masculino y se ubica en tercer lugar, con más prevalencia, además de ser la segunda causa de muerte en mujeres. El porcentaje de riesgo para desarrollar esta patología en Ecuador es de 6,3 casos por cada 100.000 hombres, en mujeres se nota una ligera disminución de 5,7 casos por cada 100.000 mujeres, con una edad promedio diagnóstico en hombres de 65 años de edad y en mujeres de 63 años (16).

El adenocarcinoma, es el tipo más común de cáncer pulmonar que se encuentra en los estudios histopatológicos, seguido de carcinoma de células escamosas; sin embargo, de debe realizar una adecuada diferenciación, debido a que el pulmón es considerado uno de los principales lugares donde existirá metástasis a distancia (17).

o **Biopsia percutánea torácica guiada por imagen**

Existen varias técnicas de imagen ampliamente utilizadas para estos procedimientos, como el ultrasonido, la fluoroscopia, Broncoscopia de navegación electromagnética (ENB) y la resonancia magnética (RM). A diferencia de otros estudios de imagen, la principal ventaja de la TAC, es que esta es de 10 a 20 veces más sensible que la radiografía convencional, pues proporciona el tamaño exacto y la ubicación, y se evita el problema de la superposición de estructuras. Finalmente, con esta se puede definir la densidad de los tejidos, que son diferenciados con mayor facilidad (2,19).

Cuando el procedimiento es realizado adecuadamente, varios estudios reportan una efectividad que varía entre el 80 % y el 97 %. En un estudio realizado, a 631 pacientes con lesiones pulmonares, donde se realizó la biopsia percutánea con aguja gruesa, y todo el procedimiento fue guiado por tomografía computada, se demostró una eficacia diagnóstica de 99 % para lesiones malignas, y 86 % cuando se trata de lesiones benignas, y una precisión diagnóstica del 96% cuando el diámetro de la lesión o masa oscila entre 1,5 y 5 cm, y cuando la lesión es menor a 1,5 cm de diámetro, presenta una eficacia diagnóstica de 84 % (18).

o **Punción-Aspiración con aguja fina (PAAF)**

Es una técnica utilizada desde finales del siglo pasado y se usa para obtener muestras de lesiones del tórax. Tiene gran utilidad en la confirmación diagnóstica de masas malignas y benignas, además de lesiones inflamatorias e infecciosas, por lo que se puede alcanzar una sensibilidad del 70 % al 97 %. Para realizar el procedimiento, se utiliza puede utilizar agujas de calibre 20 a 24 G, y es necesario obtener 3-6 cc de material hemático para un diagnóstico certero (18).

o **Biopsia con aguja gruesa BAG**

La biopsia con aguja gruesa (BAG), a diferencia de la PAAF permite obtener mayor cantidad de tejido para su análisis molecular, para esto se utiliza la aguja calibre 14-18 G. Se ha demostrado que la biopsia con aguja gruesa es un procedimiento seguro y de alta eficacia, para el diagnóstico de las lesiones pulmonares, y en comparación con la PAAF, las complicaciones son relativamente similares, con la diferencia que cuando se realiza la punción con aguja gruesa la cantidad de tejido para estudio es mayor (18).

La utilización de las diferentes técnicas, ya sea PAAF o BAG depende de distintos factores, como el tamaño, la profundidad y la localización de la lesión. Ambas técnicas tienen una rentabilidad diagnóstica muy similar,

aunque, a diferencia de la PAAF, el número de células a obtener es mayor con la BAG (19).

o Indicaciones de la biopsia pulmonar

Las principales indicaciones para realizar el procedimiento son (20):

- Estudio del masa pulmonar o nódulo pulmonar: es considerada la principal indicación, es necesario valorar la masa o nódulo, previo estudio con TAC para caracterizar la lesión, y su localización.

- Estudio de nódulos pulmonares múltiples en paciente sin patología neoplásica.

- Diagnóstico de masas en la región del mediastino.

- Diagnóstico de engrosamiento de pleura

- Estudio microbiológico en infecciones.

- Estadificación del cáncer de pulmón.

o **Procedimiento**

- Se debe colocar al paciente en decúbito supino o prono, dependiendo de la ubicación de la lesión o masa.

- Colocar acceso endovenoso, para tratamiento de dolor posterior a la punción, o en caso de alguna emergencia.

- Se tomarán los signos vitales antes de iniciar el procedimiento, si existe inestabilidad hemodinámica o alteraciones en los signos, se suspenderá debe suspender el procedimiento.

- Se debe marcar el sitio donde se realizará la punción, utilizando como guía las imágenes obtenidas por tomografía de la lesión pulmonar y su localización.

- Previa asepsia y antisepsia del sitio donde se realizará la punción, se procede a la administración de lidocaína simple 8ml.

- En la TAC se mide, la distancia desde la piel hasta la superficie de la pleura.
- Se realizará una pequeña incisión de 3mm sobre la piel, introduciendo la aguja, en BAG se utiliza aguja calibre 14 -18 G, de 9,5 cm si el paciente es de compleción normal o delgada; y de 15,2 cm cuando la persona es obesa y el tumor se encuentra a una distancia de más de 2cm de la pared torácica.
- Se introduce la aguja coaxial, hasta llegar a la superficie pleural, mediante imágenes de TAC se realizarán mini hélices de 5-6 cortes repetidos, para comprobar la trayectoria de la aguja y su ubicación.
- Se mide la distancia, desde la pleura hasta el nódulo o lesión y si su trayectoria es adecuada, se empuja la aguja la distancia medida, hasta llegar a la lesión.
- Se obtiene entre 3 a 6cc de material a estudiar y se coloca en una solución de formol para su posterior análisis, con el fin de obtener un diagnóstico histopatológico definitivo (20).

o **Contraindicaciones**

Las principales contraindicaciones para que el procedimiento no se realice son (21,22):

- Trastornos de coagulación.
- Quiste hidatídico.
- Ventilación mecánica.
- Hipertensión pulmonar.
- INR >1,5 o TTPa >1,5.
- Plaquetas <50 000/ μ l.
- Absceso pulmonar pútrido.
- Neumonectomía contralateral.

- Sospecha de lesiones vasculares.

- o **Complicaciones**

- Neumotórax: Es la complicación más frecuente, puede suceder posterior al procedimiento o durante el mismo. Por lo general ocurre durante el procedimiento y se visualizara en imágenes de control o por la clínica que presentara el paciente. El riesgo de neumotórax aumenta con la severidad de su patología de base pulmonar; la localización de la masa, siendo más común la aparición de neumotórax, cuando la punción se realiza en el lóbulo inferior derecho y en el lóbulo medio; o se realizan múltiples punciones; en caso de presentarse esta complicación, el tratamiento es conservador, aunque puede incluir aspiración con aguja, colocación de sonda torácica (21).

- Hemoptisis y Hemorragia: La hemorragia pulmonar es considerada la segunda complicación más frecuente durante el procedimiento, presentando un 11% de incidencia. La cantidad es autolimitada, y por lo general no requerirá transfusiones sanguíneas, y puede detectarse en la TAC o en radiografías de control post biopsia, se observará como una opacidad en vidrio deslustrado en el trayecto de la aguja, el tratamiento consiste en corregir la causa, con medidas sintomáticas. Es recomendable colocar al paciente en posición decúbito lateral, con el sitio de punción hacia abajo; existen diversos factores de riesgo que pueden provocar hemorragias pulmonares severas como la edad, género femenino, consistencia de la lesión, localización en el lóbulo medio e inferior, y lesiones menores de 3 cm (21).

- Enfisema (21).

- Según estudios realizados las complicaciones presentaban un porcentaje de 37% antes de la pandemia COVID-19, posterior a la pandemia se registró una tasa del 58%. Existen variaciones en cuanto a las complicaciones, a partir del año 2000, ya que en ciertos establecimientos de

mayor complejidad se ha sustituido las agujas de biopsia tradicionales por agujas automáticas, con la ventaja que permite ajustar la longitud de 1,5 a 2,2 ofreciendo mayor precisión en la punción y obtención de nódulos (22).

o Manejo de las complicaciones agudas

Las complicaciones agudas raramente se presentan durante el procedimiento, sin embargo, el manejo adecuado es vital (23):

- Neumotórax: Observación, drenaje o colocación de tubo de tórax; esto dependerá de la situación clínica.
- Hemorragia pulmonar o hemoptisis: Colocación de oxígeno, si existe pérdida significativa de sangre, será necesario una transfusión; en casos graves será necesario intubación selectiva bronquial, con la finalidad de proteger el pulmón contralateral en caso de una hemorragia severa.
- Embolismo aéreo: Oxígeno al 100%, cámara hiperbárica, posición de Trendelenburg.

o Eficacia diagnóstica

El principal objetivo, cuando se detecta nódulos o masas pulmonares, es determinar si la lesión es benigna o maligna, mediante el estudio histopatológico; para obtener una muestra adecuada, es necesario realizar una biopsia dirigida por TAC, debido a la alta tasa de efectividad diagnóstica, y menores complicaciones; este procedimiento se realiza principalmente para el diagnóstico y caracterización de patologías neoplásicas, estudios reportan una tasa de precisión diagnóstica de entre 79,7% al 96,8% (23,24).

Huang M, et al., indica una precisión diagnóstica del 83,7% en nódulos \leq 15mm y 96,8% cuando el nódulo es \geq 15mm, con un tamaño promedio de $36,9 \pm 18,0$ mm y una precisión diagnóstica del 96,8%, esto lo corrobora Kiranantawat N, et al., indicando una sensibilidad del 95,56% cuando el tamaño es \geq 2cm y 88,57% cuando es $<$ 2cm y una especificidad del 100%, y un promedio no diagnóstico de 13,16% en lesiones \geq 2cm y de 15,79% en

lesiones <2cm, esto debido a la dificultad de acceso a la lesión, cuando es de menor tamaño; Borrelli C, et al., indica que un tamaño de la lesión promedio $3,59 \pm 1,72$ la precisión del diagnóstico es de 88,2% (24,25,26).

Yiminniyaze R, et al., indica una sensibilidad del 95.54 %, una especificidad del 100% y una precisión diagnóstica del 95.71%, además varios estudios indican que el riesgo de falla diagnóstica está relacionado con el tamaño de la lesión, por ese motivo es necesario establecer el tamaño de la masa en la TAC (Fig 2), en masas mayores a 3cm, existe una alta tasa de precisión diagnóstica, Lin C, et al., en su estudio retrospectivo reporta una precisión diagnóstica del 88,7% en masas <3cm y del 93,1% en masas ≥ 3 cm (28,29,34,35).

Otro factor relacionado, es la localización de la masa o nódulo; cuando el nódulo se encuentra en el lóbulo superior o medio, existe una mayor precisión diagnóstica y menor tasa de complicaciones, debido a una mayor facilidad de acceso y por las características anatómicas del pulmón, esto es corroborado por diversos estudios donde las lesiones son menos frecuentes en el lóbulo inferior; siempre se debe calcular el trayecto de la aguja y la vía de acceso a través de la pared torácica (Fig 3), se debe escoger la distancia más corta entre la pared torácica y la periferia del tumor (26,36,37).

En todos los estudios revisados, la toma de muestra fue mediante aguja gruesa, esto permite una mayor precisión diagnóstica, y en comparación con la PAAF las complicaciones son similares, por tal motivo se opta por este tipo de aguja, debido a la cantidad de material que se puede obtener para su posterior estudio; el resultado diagnóstico obtenido mediante este procedimiento fue adenocarcinoma, debido a que es el subtipo más común de cáncer pulmonar, la diferenciación es de suma importancia debido a la conducta clínica a tomar, cuando el diagnóstico final es benigno, estudios previos demostraron que se considera como un factor de riesgo para un posible fracaso de la biopsia (18,23,38).

La edad promedio es de $63,5 \pm 12,76$ esto debido a varios factores que pueden producir patologías pulmonares, en los estudios revisados, varios pacientes reportan antecedentes de tabaquismo, hábitos nocivos y enfermedades de base como EPOC; en cuanto al género, anteriormente existía una prevalencia mayor en el género masculino, esto debido a hábitos nocivos y estilo de vida, sin embargo, según estudios actuales hay una relación 1:1, entre hombres y mujeres; Lin C, et al., en su estudio indica un notable ascenso de casos nuevos en la población femenina (23,25,27).

o Biopsia dirigida por TAC frente a otros estudios de imagen

La biopsia guiada por TAC, es la técnica utilizada para obtener un diagnóstico preciso, de una masa o lesión en estudio, sin embargo en un estudio retrospectivo realizado por Yamamoto N, et al., cuando la biopsia es guiada por ultrasonido la tasa de éxito es de 93,4%, además se reporta una tasa menor de complicaciones; neumotórax en 5,8 al 7% de los casos y hemorragia en el 1% de los casos, a diferencia de la TAC que presenta una tasa de complicaciones de neumotórax del 12 al 45% y hemorragia en el 4-27% de los casos, y una tasa de precisión diagnóstica de entre 79,7 al 96,8% (24,31,32).

Existen varias limitaciones, cuando el procedimiento es guiado por ultrasonido; la principal es cuando las lesiones no son periféricas, y no se encuentran en contacto con la superficie pleural, o cuando el tamaño de la lesión es menor a 10mm, existirá alto riesgo de falla diagnóstica; además existe el riesgo de realizar varias punciones, siendo factor directo para aparición de complicaciones, esto lo comprueba Ma L. et al., en su estudio donde se realizó 83 biopsias guiadas por ultrasonido con una precisión diagnóstica del 76,6%, el bajo porcentaje se debe a la distancia 1.91 ± 1.51 de la lesión o masa con la superficie pleural, sin embargo a diferencia de la TAC se puede detectar complicaciones en tiempo real, y no existirá radiaciones ionizantes (33,34,35).

La ENB o broncoscopia de navegación electromagnética, es una técnica actual y novedosa de biopsia de nódulos pulmonares, mediante catéteres flexibles, que están guiados por imágenes y sistemas de navegación mediante software dedicados, la ENB no tiene limitaciones significativas, atraviesa los canales del bronquio, pudiendo teóricamente llegar a cualquier lugar del pulmón, sin embargo la ubicación de la lesión, condiciona la precisión diagnóstica, así como las complicaciones por daños a bronquios o vasos sanguíneos, presentando una precisión diagnóstica del 70%, Bhatt, K et al., informo una precisión diagnóstica de la biopsia guiada por TAC frente al ENB de 86% y 66% respectivamente, esto lo corrobora Ma L. et al., en su estudio donde informa de una precisión diagnóstica del 61,5%, muy por debajo de la TAC (35,36).

o **Complicaciones de la biopsia guiada por TAC**

La principal complicación es el neumotórax, con una tasa estimada del 12 al 45%; de los cuales el 2 al 15% de los pacientes necesitaran la colocación de tubos torácicos, en un estudio retrospectivo donde participaron 16971 pacientes, realizado por Vachani A, et al., el 23% de participantes presentaron esta complicación, todos requirieron manejo conservador; existen distintos factores que pueden desencadenar esta complicación; biopsias a nivel del lóbulo medio o inferior, atravesar una cisura o múltiples punciones, además varios estudios indican que un ángulo menor a 45° entre el trayecto de la aguja y la pleura parietal, incrementa el riesgo de neumotórax (Fig 4); esta complicación se detecta en imágenes de control posteriores al procedimiento (36,38,39).

La segunda complicación a presentarse es la hemorragia pulmonar, existen varios factores de riesgo significativos, para que se presente esta complicación, uno de estos es la hipertensión pulmonar, o enfisema alrededor de la lesión a ser puncionada, además del riesgo de lesionar algún vaso arterial durante el procedimiento; muy pocos pacientes van a requerir una transfusión posterior a una hemorragia, esto lo revela en su estudio

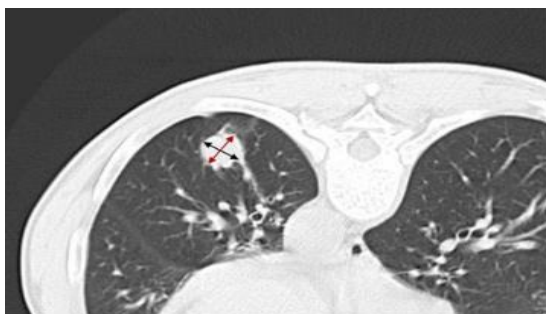
Vachani et al, en su estudio retrospectivo realizado a 16971 pacientes, solo el 0.1% requirió una transfusión; de igual manera antes de realizar el procedimiento es necesario contar con exámenes de laboratorio, donde exista alteración en los tiempos de coagulación y en las plaquetas (40,42,44).

Otra complicación que muy pocas veces se presenta es la embolia gaseosa sintomática, en un estudio reciente publicado por Lee et al, mostro una incidencia del 0.08% (IC 95% 0,048%-0,128%) de los cuales un tercio de los casos del estudio presentaron secuelas o fallecieron, este estudio mantuvo concordancia con el estudio presentado por Lin et al dónde el 0,12% presento embolia gaseosa; como factor de riesgo independiente, basados en su estudio se considera; presencia de enfermedad base, embolismo aéreo coronario o intracraneal, y BAG, sin embargo no existe evidencia actualizada de algún predictor significativo de embolia gaseosa sintomática (41-43).

La edad no se considera como un factor de riesgo significativo para complicaciones; en un estudio realizado a pacientes con edad de más de 80 años, la complicación principal fue al igual que en otros estudios realizados anteriormente el neumotórax, principalmente en pacientes con antecedentes de EPOC, fibrosis pulmonar o enfisema, otro factor de relevancia es el tamaño de la lesión a ser estudiada, ya que varios estudios indican que una lesión de menos de 3cm es factor de riesgo para una posible complicación, la bibliografía no muestra una clara inclinación hacia género, ya que se presenta en iguales porcentajes en ambos sexos. La gravedad de una posible complicación, está relacionado directamente con el tamaño y localización de la lesión, mayor tiempo de punción, punción de fisura, múltiples punciones pleurales (45,46,48).

○ **Figuras**

Figura 2
Medición del diámetro mayor del tumor.



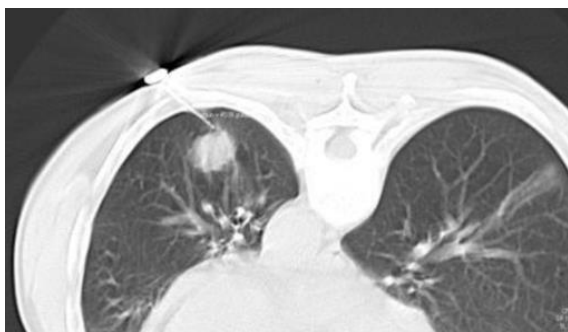
Nota. Fuente: Graziano P, et al (2022).

Figura 3
Cálculo del trayecto y vía de acceso a través de la pared torácica



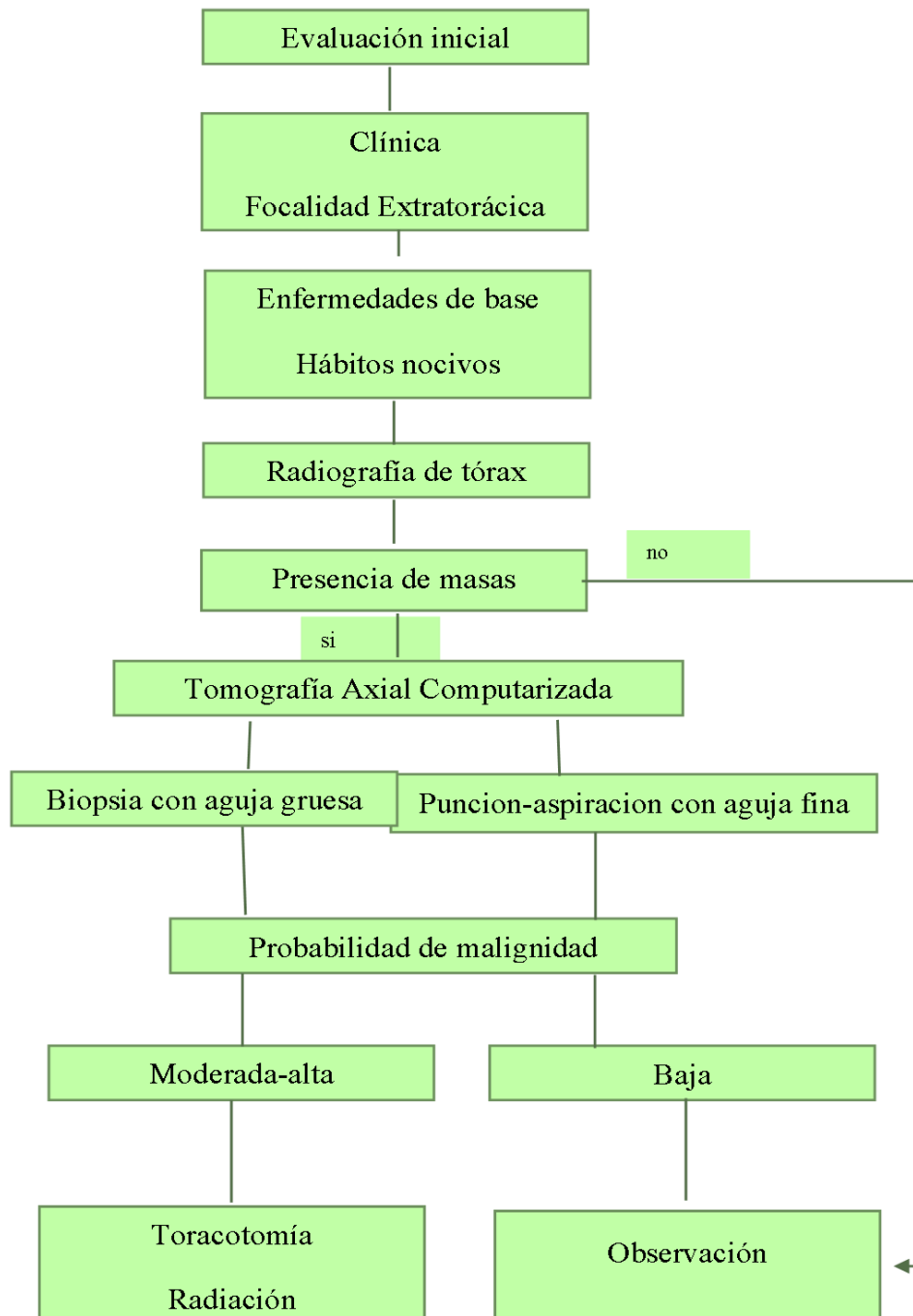
Nota. Las flechas verdes muestran la proximidad de una cisura pleural, que debe ser evitada, las flechas rojas indican el obstáculo óseo, que puede interferir con la punción **Fuente:** Anzidei M, et al. (2017).

Figura 4
Verificación de la inserción de la aguja



Nota. Fuente : Borelli C, et al. (2022)

Figura 5
Algoritmo diagnóstico



○ **Tablas****Tabla 1****Características clínicas del paciente, relacionado con las biopsias guiadas por TAC**

Autor	Año	Diseño	Participantes	Edad	Tipo de Aguja	Tamaño	Diagnostico	Resultados
Luilson G.	2019	Estudio transversal retrospectivo descriptivo	Total: 43 M: 21 F: 22	20-80	BAG:43	<3 cm: 16 ≥3 cm: 27	Adenocarcinoma 31 Espinocelular: 3 Cáncer de células pequeñas: 1 Tuberculosis: 1 Silicosis: 3 Neumonía: 3 Sarcoidosis: 1	Precisión Diagnóstica: 93,81
Yiminniyaze R, et al.	2022	Estudio retrospectivo	Total: 163 M:108 F: 55	56-69	BAG: 163	<3cm: 36 ≥3cm: 127	Adenocarcinoma 116 Carcinoma escamoso 22 Cáncer de células pequeñas: 16 Carcinoma de células grandes: 4 Malignidad metastásica: 6 Linfoma: 1 Resultado benigno: 6	Sensibilidad: 95.54 % Especificidad: 100% Precisión Diagnóstica: 95.71

EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LA BIOPSIA DIRIGIDA POR TAC EN LA DETECCIÓN DE MASAS

PULMONARES

Lin Y, et al.	2022	Estudio retrospectivo	Total: 145 M: 99 F: 46	60.8± 12.6	BAG:145	≥3 145	cm:	Adenocarcinoma: 97 Linfoma: 1 Carcinomas metastásicos: 1 Sarcoma: 1 Benigno: 21 Neumonía: 8 Benigno inespecífico: 10 No diagnóstico: 6	Precisión Diagnóstica:82.9 % Diagnostico general: 80.3
Borelli C, et al.	2022	Estudio retrospectivo	Total:170 M: 120 F:50	15-89	BAG: 170	3,59±1,7 2		Adenocarcinoma: 82 Cáncer de células escamosas: 11 Carcinoma de células grandes: 10 Metástasis: 13 Cáncer de pulmón microcítico: 5 Inespecifico:29	Precisión Diagnóstica:88,2 %
Huang M, et al.	2019	Estudio retrospectivo	Total:155 M: 86 F:69	66,7 ± 12,4	BAG: 155	36,9 ± 18,0			Precisión Diagnóstica: ≤ 15mm: 83,7% ≥ 15mm: 96,8%
Kiranantawat N, et al	2019	Estudio retrospectivo	Total: 86 M: 27 F:59		BAG: 86	<2cm: 38 ≥2cm: 48		Adenocarcinoma: 70	Sensibilidad ≥2cm:95,56 % <2cm: 88.57%

La precisión diagnóstica se encuentra entre 82.9 % y 96,8 %, calculada en base al porcentaje de estudios útiles revisados, la eficacia dependerá de las características y ubicación de la masa; Lin C, et al., en su estudio retrospectivo indica que cuando la masa tiene un tamaño mayor o igual a 3cm, reporta una precisión diagnóstica de 93,1%, cuando el tamaño es menor a 3cm, la precisión diagnóstica se reduce al 88,7%, esto lo corrobora Huang M, et al., en su estudio mostrando una precisión diagnóstica de 83,7% cuando el tamaño de la lesión es $\leq 15\text{mm}$; el diagnóstico más común es el adenocarcinoma, seguido de cáncer de células escamosas, muy pocas veces se reportan resultados no diagnósticos, la eficacia mejora cuando se utiliza aguja gruesa, debido a la cantidad mayor de obtención de material para el estudio histopatológico, el procedimiento en todos los casos revisados, se realizó mediante BAG, con relación al género, no existe evidencia significativa de que afecte más a determinado género (23–28).

Tabla 2***Utilidad de la TAC frente a otros estudios de imagen***

Autor	Año	Participantes	Resultados
Yamamoto et al.	N, 2019	Total: 131 TAC:70 ECO:61	TAC: Precisión diagnóstica: 84,3% ECO Precisión diagnóstica: 93,4%
Zhang S, et al.	2022	Total: 114 TAC: 93 ENB: 19	TAC Precisión diagnóstica: 92% ENB Precisión diagnóstica: 70%
Ma L. et al.	2020	Total: 109 ECO: 83 ENB: 16	ECO Precisión diagnóstica: 76,6% ENB Precisión diagnóstica: 61,5%

Lemieux S, et al.	2021	ECO: 528	Precisión diagnóstica: 72%
Ye J, et al.	2023	ECO: 263	Precisión diagnóstica: 92%
Yiminniyaze R, et al.	2022	TAC: 163	Precisión diagnóstica: 95,71%
Borelli C, et al.	2022	TAC: 170	Precisión diagnóstica: 88.2%

Nota. FUENTE: Elaborado a partir de referencias bibliográficas. (2023)

La efectividad cuando el procedimiento es guiado por ecografía, se encuentra entre 72% y 93,4%, sin embargo, este procedimiento presenta limitantes, que reducen su capacidad diagnóstica; Zhang S, et al., en su estudio comparativo indica que la Broncoscopia de navegación electromagnética (ENB) tiene menor precisión diagnóstica frente a la TAC y frente a la ecografía (31–33).

Tabla 3

Complicaciones de la biopsia dirigida por TAC

Autor	Año	Diseño	Participantes	Complicaciones
Yiminniyaze R, et al.	2022	Estudio retrospectivo	163	Neumotórax: 34 Hemoptisis: 21 Hemorragia: 1 Mayores: 4
Lin Y, et al.	2022	Estudio retrospectivo	145	Neumotórax: 39 Hemorragia: 24 Hemoptisis: 10
Borelli C, et al.	2022	Estudio retrospectivo	170	Neumotórax: 33 Hemorragia: 29 Hemoptisis: 4 Mayores: 3
Huang M, et al.	2019	Estudio retrospectivo	155	Neumotórax: 54 Hemorragia: 91
Hajjar W, et al.	2021	Estudio retrospectivo	124	Neumotórax: 30 Hemorragia: 9 Neumotórax + hemorragia: 3 Embolismo Aéreo: 1

Vachani A, et al	2022	Estudio de corte retrospectivo	16971	Neumotórax: 3950 Hemorragia: 603 Hemorragia que requirió transfusión: 9 Embolismo Aéreo: 4
------------------	------	--------------------------------	-------	---

Nota. FUENTE: Elaborado a partir de referencias bibliográficas.

La complicación más frecuente reportada es el neumotórax con una tasa estimada del 12 al 45%, seguido de hemorragia pulmonar, esta complicación se presenta en menor porcentaje, y por lo general, no requiere transfusiones sanguíneas; Hajjar W, et al., en su literatura, refiere la presencia de neumotórax más hemorragia en 3 pacientes, sin embargo no existe más evidencia bibliográfica, el embolismo aéreo es la complicación menos reportada con un 0,02% de casos, Borrelli et al, en su estudio menciona complicaciones mayores que no especifica en su literatura, pero ninguna es mortal, no existe literatura que evidencia complicaciones mortales en todos los estudios revisados (25–30).

4. CONCLUSIONES

La biopsia guiada por TAC presenta una alta eficacia diagnóstica y menor porcentaje de falsos negativos en el diagnóstico de lesiones pulmonares, y un porcentaje mínimo de complicaciones lo hacen un método confiable y seguro en el diagnóstico de masas.

Debido a la alta eficacia diagnóstica de la biopsia guiada por TAC frente a otros estudios de imagen, y todas las ventajas descritas, es fundamental fomentar las biopsias percutáneas guiada por tomografía computarizada, para un diagnóstico precoz en pacientes con masas pulmonares, para así tomar una conducta clínica adecuada.

La biopsia pulmonar dirigida por TAC es un procedimiento seguro, de bajo riesgo y menos invasivo, pero como cualquier otro procedimiento, no está

exento de posibles complicaciones como el neumotórax o hemorragias pulmonares, esto dependerá de factores de riesgos como la edad, enfermedades de base localización de la masa o lesión y tamaño menor a 3mm.

5. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Calle J: Recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final del capítulo de libro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rincón I, Fajardo J, Vanegas M. Nódulo Pulmonar. Rev cubana Med. 2021;60 (1):1–9. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/med/v60s1/1561-302X-med-60-s1-e1477.pdf>
2. 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. 2017 ; 8(4) :419–28. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s13244-017-0561-6>
3. Khan T, Usman Y, Abdo T, Chaudry F, Keddissi JI, Youness HA. Diagnosis and management of peripheral lung nodule. Ann Transl Med. 2019;7(15):348–348. Disponible en: <http://doi.org/10.21037/atm.2019.03.59>
4. Perez V. Las técnicas radiológicas de muestreo del cáncer del pulmón en el contexto de las nuevas terapias dirigidas. Universidad Autónoma de Madrid; 2017. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/680618/perez_d_uenas_virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. MSP. Guía de Procedimiento: Biopsia Percutánea guiada por Imágenes Unidad de Soporte al Diagnóstico y Tratamiento Sub Unidad de Soporte al Diagnóstico. 2021. Disponible en: <https://n9.cl/jov4f>
6. Ramos R, Ramos A, Pernias L, Peñón M, Rodríguez E. Utilidad de la BAAF guiada por tomografía en el diagnóstico de lesiones. SCIELO. 2019 ;23(4). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182019000400775
7. Veltri A, Busso M, Sardo D, Angelino V, Priola AM, Novello S, et al. Helical-Tip Needle for Transthoracic Percutaneous Image-Guided Biopsy of Lung Tumors: Results of a Pilot Prospective Comparative Study with a Standard Tru-Cut Needle. Cardiovasc Intervent Radiol. 2017;40(6):930–6. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/S00270-017-1585-5/METRICS>

8. Ozkaya S, Tuna, Dirican A, Findik S, Atici, Erkan. Diagnostic efficacy of computed tomography-guided transthoracic needle aspiration and biopsy in patients with pulmonary disease. *Onco Targets Ther.* 2018 ;1553. Disponible en : <http://doi.org/10.2147/OTT.S45013>
9. Zapata IV, Sánchez González A, Plasencia Martínez JM, Belmonte MJG, Argente BM, Castillo D, et al. Factores relacionados con las complicaciones tras biopsia pulmonar guiada por tomografía computarizada (TC): Análisis retrospectivo de casos y controles de 112 procedimientos *Radiología.* 2018. Vol. 60. Disponible en: <https://n9.cl/hrec1>
10. Gutiérrez E, Cancino ME, Rodríguez C, Aguilar C, Romero Y, Gutiérrez P. Utilidad de la biopsia pulmonar transtorácica con aguja de Tru-cut y de Chiba en el mismo paciente, guiadas por TC para el diagnóstico de tumoración pulmonar periférica. *Neumol Cir Torax.* 2019;78(2):116–21. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v78n2/0028-3746-nct-78-02-116.pdf>
11. Miluda M, Nagueb M, Bernal V, Trejo M. Diferencias entre técnica de punción pulmonar guiada por TAC frente a guía por fluoroscopia. 2019. 1: p. 1-2 Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/diferencias-entre-tecnica-de-puncion-pulmonar-guiada-por-tac-frente-a-guia-por-fluoroscopia/>
12. Sanchez R, Machado A. Carcinoma pulmonar: Estudio clínico patológico. *Revista Venezolana de Oncología.* 2021; 33(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3756/375664923012/375664923012.pdf>
13. Argenis A, Cedeño Z, Shirley Y, Cobeña P, Castro Jalca JE. Factores de riesgo del Cáncer de Pulmón: Impacto mundial en la población. *Revista Científica Biomedica del ITSUP.* 2022; 7(2):2022–34. Disponible en: <https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/Higia/article/view/748/1503>
14. Castellanos Á, Redondo Olmedilla M, Jesús L, Escudero D, Bueno Palomino A. Biopsia pulmonar con aguja gruesa: Técnica segura con alto

- rendimiento diagnóstico. 2018. Disponible en: <https://piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/view/2959Presentaci%C3%B3n%20Electr%C3%B3nica%20Educativa-2939-1-10-20200115.pdf>
15. Martínez Pérez E, de Aguiar Quevedo K, Arrarás Martínez M, Cruz Mojarrieta J, Arana Fernández de Moya E, Barrios Benito M, et al. Diagnóstico precoz del cáncer de pulmón: utilidad de la tomografía computarizada de baja dosis de radiación. Arch Bronconeumol. 2019; 55(10):526–31. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300289619301231>
16. Francisco Muñoz Núñez C, Olaso LT, Calvillo Batlles P, Fonfría Esparcia C, Huerta A, Flores Méndez JA. El papel de la Radiología en el estudio anatómico-patológico del cáncer de pulmón: De la PAAF a la BAG y al arpón pulmonar. Sociedad Española de Radiología Médica. 2019; 8(1):190–201. Disponible en: <https://piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/view/2567/1258>
17. Sanchez Anaya RE, Machado Rivas AM. Carcinoma pulmonar: estudio clínico patológico. Revista Venezolana de Oncología. 2021 33:1. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=375664923012>
18. Araujo-Cuauro JC. Punción transparietal de masas intratorácicas pulmonares con aguja gruesa o tru-cut guiada por tomografía computada como parte del algoritmo diagnóstico: un estudio descriptivo. Biosalud. 2019; 18(1):35–45. Disponible en: <https://doi.org/10.17151/biosa.2019.18.1.4>
19. 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. Revista colombiana de radiología. el 30 de septiembre de 2021;32(3):5584–90. Disponible en: <https://doi.org/1053903/01212095.170>

20. Reguero E. Conceptos básicos en la tomografía. *Medicina Respiratoria*. 2018 ;11(1):23–35. Disponible en : <https://www.neumologiaysalud.es/descargas/R11/R111-5.pdf>
21. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJM, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy : meta-analysis. *Eur Radiol*. 2017;27(1):138–48. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4357-8>
22. Salvatierra L. Biópsia pulmonar com agulha transtorácica guiada por tomografia computadorizada no Hospital do Servidor público Municipal de São Paulo: Eficiência diagnóstica e complicações. *BVS*. 2021. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1370040>
23. Lin CY, Chang CC, Chu CY, Huang LT, Chung TJ, Liu YS, et al. Computed Tomography-Guided Transthoracic Needle Biopsy : Predictors for Diagnostic Failure and Tissue Adequacy for Molecular Testing. *Front Med (Lausanne)*. 2021 ;8. Disponible en: <http://doi.org/10.3389/fmed.2021.650381>
24. Kiranantawat N, McDermott S, Petranovic M, Mino-Kenudson M, Muniappan A, Sharma A, et al. Determining malignancy in CT guided fine needle aspirate biopsy of subsolid lung nodules: ¿Is core biopsy necessary? *Eur J Radiol Open*. 2019 ;6 :175–81. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.ejro.2019.04.006>
25. Huang M De, Weng HH, Hsu SL, Hsu LS, Lin WM, Chen CW, et al. Accuracy and complications of CT-guided pulmonary core biopsy in small nodules : A single-center experience. *Cancer Imaging*. 2019;19(1). Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s40644-019-0240-6>
26. Borelli C, Vergara D, Simeone A, Paziienza L, Castorani G, Graziano P, et al. CT-Guided Transthoracic Biopsy of Pulmonary Lesions: Diagnostic Versus Nondiagnostic Results. *Diagnostics*. 2022;12(2). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/diagnostics12020359>

27. Lin Y, Xu Y, Lin J, Fu L, Sun H, Huang Z, et al. Improving CT-guided transthoracic biopsy diagnostic yield of lung masses using intraprocedural CT and prior PET/CT fusion imaging. *BMC Pulm Med.* 2022 ;22(1). Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s12890-022-02108-6>
28. Yiminniyaze R, Zhang X, Zhang Y, Chen K, Li C, Zhu N, et al. Diagnostic efficiency and safety of rapid on-site evaluation combined with CT-guided transthoracic core needle biopsy in suspected lung cancer patients. *Cytopathology.* 2022 ;33(4) :439–44. Disponible en: <http://://doi.org/10.1111/cyt.13123>
29. Vachani A, Zhou M, Ghosh S, Zhang S, Szapary P, Gaurav D, et al. Complications After Transthoracic Needle Biopsy of Pulmonary Nodules : A Population-Level Retrospective Cohort Analysis. *Journal of the American College of Radiology.* 2022 ;19(10) :1121–9. Disponible en : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1546144022004161>
30. Hajjar WM, Fetyani IM, Alqarni RM, Alajlan FA, Bahgat FF, Alharbi SR. Complications and Risk Factors of Patients Undergoing Computed Tomography-Guided Core Needle Lung Biopsy: A Single-Center Experience. *Cureus.* 2021; Disponible en: <http://doi.org/10.7759/cureus.16907>
31. Bautista-Del Valle J, Borensztein MA, Savluk JL, Ducrey G. Biopsia percutánea de nódulos y masas pulmonares bajo ecografía: una alternativa a la tomografía computada. *Revista Argentina de Radiología* 2023;86(4). ; Disponible en: <http://://doi.org/10.24875/RAR.M22000020>
32. Yamamoto N, Watanabe T, Yamada K, Nakai T, Suzumura T, Sakagami K, et al. Efficacy and safety of ultrasound (US) guided percutaneous needle biopsy for peripheral lung or pleural lesion: comparison with computed tomography (CT) guided needle biopsy. *J Thorac Dis.* 2019 ;11(3) :936–43. Disponible en: <http://doi.org/10.21037/jtd.2019.01.88>

33. Zhang S, Guo F, Wang H, Chen M, Huang G, Zhu Y, et al. Comparative analysis of electromagnetic navigation bronchoscopy versus computed tomography-guided lung puncture for the sampling of indeterminate pulmonary nodules in the middle of an anatomic lung segment: A cohort study. *Thorac Cancer*. 2023;14(2):149–55. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1759-7714.14726>
34. Liu H, Yao X, Xu B, Zhang W, Lei Y, Chen X. Efficacy and Safety Analysis of Multislice Spiral CT-Guided Transthoracic Lung Biopsy in the Diagnosis of Pulmonary Nodules of Different Sizes. Zheng P, editor. *Comput Math Methods Med*. 2022:1–8. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/cmmm/2022/8192832/>
35. Veltri A, Busso M, Sardo D, Angelino V, Priola AM, Novello S, et al. Helical-Tip Needle for Transthoracic Percutaneous Image-Guided Biopsy of Lung Tumors: Results of a Pilot Prospective Comparative Study with a Standard Tru-Cut Needle. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40(6):930–6. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00270-017-1585-5>
36. Beck KS, Kim SJ, Kang JH, Han DH, Jung JI, Lee KY. CT-guided transthoracic needle biopsy for evaluation of PD-L1 expression: Comparison of 22C3 and SP263 assays. *Thoracic Cancer*. 2019;10(7):1612–8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1759-7714.13126>
37. Liu D, Chen L, Wang X, Lin Y, Gu J. Use of Computed Tomography-Guided Percutaneous Biopsy of Invasive Non-Mucinous Lung Adenocarcinoma to Predict the Degree of Histological Differentiation. *Clin Med Insights Oncol* 2022;16:11. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/11795549221102752>
38. Kiranantawat N, McDermott S, Petranovic M, Mino-Kenudson M, Muniappan A, Sharma A, et al. Determining malignancy in CT guided fine needle aspirate biopsy of subsolid lung nodules: Is core biopsy

- necessary? *Eur J Radiol Open*. 2019;6:175–81. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S235204771930022X>
39. Elshafee AS, Karch A, Ringe KI, Shin H oh, Raatschen HJ, Soliman NY, et al. Complications of CT-guided lung biopsy with a non-coaxial semi-automated 18 gauge biopsy system: Frequency, severity and risk factors. Cronin P, editor. *PLoS One* 2019;14(3). Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0213990>
40. Shin YJ, Yi JG, Son D, Ahn SY. Diagnostic Accuracy and Complication of Computed Tomography (CT)-Guided Percutaneous Transthoracic Lung Biopsy in Patients 80 Years and Older. *J Clin Med*. 2022;11(19):. Disponible en : <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/19/5894>
41. 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*. 2020;10(5):1008–20. Disponible en: <http://qims.amegroups.com/article/view/41160/html>
42. Lee JH, Yoon SH, Hong H, Rho JY, Goo JM. Incidence, risk factors, and prognostic indicators of symptomatic air embolism after percutaneous transthoracic lung biopsy: a systematic review and pooled analysis. *Eur Radiol*. 2021; 31(4):2022–33. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s00330-020-07372-w>
43. Lin CY, Chang CC, Chu CY, Huang LT, Chung TJ, Liu YS, et al. Computed Tomography-Guided Transthoracic Needle Biopsy: Predictors for Diagnostic Failure and Tissue Adequacy for Molecular Testing. *Front Med (Lausanne)*. 2021;8. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2021.650381/full>
44. Bhatt KM, Tandon YK, Graham R, Lau CT, Lempel JK, Azok JT, et al. Electromagnetic Navigational Bronchoscopy versus CT-guided Percutaneous Sampling of Peripheral Indeterminate Pulmonary Nodules: A Cohort Study. 2017 286(3):1052–61. Disponible en: <https://doi.org/10.1148/radiol2017170893>

45. Isus G. Intervencionismo toracico con guía ecográfica. *Seram.* 2021 63(6): 536-546. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rx.2021.07.007>
46. Del Cura J, Zabala R, Korta L, et al. Contrast-enhanced ultrasonography to guide diagnostic and therapeutic interventional procedures *Seram.* 2022 64(3): 277-288. Disponible en : <https://doi.org/10.1016/j.rx.2021.02.005>
47. Zhan P, Zhu Q, Miu Y, Liu Y, et al. Comparison between endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and CT-guided transthoracic lung biopsy for the diagnosis of peripheral lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Trans Lung Cancer Res.* 2017 6(1): 23-34. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21037/tlcr.2017.01.01>
48. Ma L, Fang Y, Zhang T, et al Comparison in efficacy and safety of forceps biopsy for peripheral lung lesions guided by endobronchial ultrasound-guided sheath (EBUS-GS) and electromagnetic navigation bronchoscopy combined with EBUS (ENB-EBUS). 2020 ; 12(8): 4604–4611. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7476157/>