



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE
CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHAVEZ"
GRUPO C.T. SCANNER

**"IDENTIFICACION POR ANGIOTOMOGRAFIA DEL SIGNO
BANANA Y HUEVO EN PACIENTES CON DIAGNOSTICO DE
TROMBOEMBOLISMO PULMONAR CRONICO Y AGUDO, DEL
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA IGNACIO CHAVEZ"**

TESIS PROFESIONAL
PARA OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALIZACIÓN MÉDICA:
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

PRESENTA:

VICENTE MANUEL ELORRIAGA COLINAS

DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNÁNDEZ

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHAVEZ

DR. SERGIO ANDRÉS CRIALES VERA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO

IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA

TERAPÉUTICA

C.T. SCANNER – UNAM

CIUDAD DE MEXICO, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

RESUMEN	3
MARCO TEÓRICO	4
ANTECEDENTES	13
JUSTIFICACIÓN	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
OBJETIVOS	21
HIPÓTESIS	22
MATERIAL Y MÉTODOS	23
RESULTADOS	27
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS	51

RESUMEN

Título. Identificación por angiotomografía del signo banana y huevo en pacientes con diagnóstico de tromboembolismo pulmonar crónico y agudo, del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Introducción. Las complicaciones del tromboembolismo pulmonar crónico están relacionadas con una morbimortalidad significativa. De ellas, la hipertensión arterial pulmonar se encuentra asociada con secuelas graves o muerte y tiene una presentación multifacética desde el punto de vista clínico y patológico afectando al pulmón en primera instancia. La angiotomografía de tórax en el diagnóstico de TEP crónico y agudo se ha vuelto el estándar de oro y signos para detectar complicaciones están comenzando a ser utilizados como herramienta de diagnóstico y seguimiento de estas patologías.

Objetivo. Realizar una revisión de un signo tomográfico indicativo de hipertensión pulmonar en una cohorte de pacientes con diagnóstico de tromboembolismo pulmonar crónico y agudo atendidos en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Metodología. Estudio observacional retrospectivo de serie de casos. Criterios de inclusión: pacientes con el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar agudo o crónico hospitalizados en el instituto nacional de cardiología Ignacio Chávez entre 2016 y el 2017 con evidencia tomográfica del signo

Epidemiología

El embolismo pulmonar y sus complicaciones, especialmente la hipertensión arterial pulmonar (HAP), se han vuelto un problema de salud y causa de estudio en varios países. Principalmente, esto radica en que no se le diagnostica de forma oportuna; por lo que, al momento del diagnóstico, se han presentado limitantes funcionales severas en el paciente, las cuales aumentan su morbilidad y mortalidad.(1)

En 2014 se llevaron a cabo, en Estados Unidos, Japón y Europa, estudios epidemiológicos para determinar con mayor seguridad la incidencia del Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y la evolución de la hipertensión arterial pulmonar secundaria a TEP crónico. (2) Se reportaron incidencias anuales de pacientes con TEP crónico en Europa y EU de entre 3 y 5 casos por cada 100 mil habitantes. La incidencia de TEP aguda que evoluciono a hipertensión arterial secundaria 0.1 y 9.1 %; (2) mientras, para pacientes con TEP crónica se observaron tasas de incidencia de hipertensión arterial pulmonar de 1.7 a 3.7 pacientes por cada millón por año con una prevalencia de 15 a 52 pacientes por millón. (3,4)

Un estudio prospectivo en un sólo centro reveló incidencias de TEP agudo que evolucionó a hipertensión arterial en 1%, 3% y 4% de los pacientes en los meses 6, 12, y 24, aún después de haber sido tratados con terapia anticoagulante. También reportaron que 4% de los pacientes que presentaron un primer evento de TEP agudo en los últimos 2 años, se volvieron pacientes con TEP crónico sintomáticos. (5,6)

La identificación a tiempo es importante ya que las sospechas de hipertensión arterial pulmonar en pacientes que han sido soslayadas han conducido a tasas de mortalidad entre 12% y 50% para pacientes con TEP crónico e hipertensión arterial pulmonar secundaria, cuando la presión pulmonar arterial media es <30 mmHg y >30 mmHg respectivamente. (7)

No es infrecuente que el diagnóstico de la hipertensión arterial pulmonar se vea retrasado ya que el paciente, de forma inicial, no tiene síntomas o estos se atribuyen a alguna otra patología como por ejemplo la TEP (8). Ante esta situación, y dado que el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar es invasivo, se han referido algunos nuevos signos radiológicos, como el *banana huevo* descrito por la literatura anglosajona (9–12)(9, 13, 14, 18) el cual, por separado, o, en conjunto con otros marcadores tomográficos de hipertensión arterial pulmonar (13–15), ayuda a diagnosticar esta patología.

Hipertensión arterial pulmonar (HAP)

La circulación de la sangre en los pulmones es un sistema de altas y bajas presiones que se encuentra, mayormente, influenciado por eventos de tipo cardiorrespiratorio externos. La hipertensión arterial pulmonar es un desorden de tipo multidisciplinario que se caracteriza por la alteración del flujo sanguíneo en las arterias pulmonares lo que conduce a un aumento en la resistencia vascular pulmonar y, en etapas ulteriores, a falla cardíaca (16,17) y que se asocia, frecuentemente, con una serie de factores en relación a las enfermedades vasculares pulmonares como la TEP. En el caso particular de la hipertensión arterial pulmonar, está relacionada con el mecanismo de producción de la hipertensión pulmonar subyacente. (18)

Dado que no se pueden identificar, puntualmente, todos los factores asociados con la hipertensión pulmonar, es posible mencionar tres situaciones que se encuentran relacionadas con dicho padecimiento: la arteriopatía pulmonar plexogénica, la enfermedad pulmonar veno-oclusiva y el tromboembolismo pulmonar recurrente. (18)

Su ignoto origen también dificulta su estudio etiológico. Esta situación se agrava cuando se evidencia que puede ser un padecimiento de tipo congénito o bien un padecimiento adquirido posteriormente. Además, su frecuencia, que en niños es relativamente igual entre niños y niñas, aumenta en las mujeres al llegar a la edad adulta. Ante esta situación, algunos factores han sido identificados como relacionados con la hipertensión entre los que se pueden mencionar, entidades que fomentan la vasoconstricción, patologías que generan hipoxia, la

hipertensión pulmonar relacionada con el consumo de drogas o medicamentos, el tromboembolismo recurrente y, finalmente, los desórdenes autoinmunes.

La epidemiología de este padecimiento señala que, si bien en un principio fue considerado como sumamente raro, actualmente se considera una prevalencia de 15 por cada millón de personas. Para el caso de las mujeres, la del tipo idiopática es la más frecuente y, cuando el origen es de tipo familiar, se debe a una mutación del receptor morfogénico de proteínas óseas (BMP2) (17,19)

La remodelación y la disfunción endotelial del lecho vascular pulmonar también juegan un papel especial en la patogénesis de esta enfermedad (20,21). Es preciso recordar que, actualmente, no se conoce la patogénesis de todas las vías de la hipertensión arterial pulmonar; sin embargo, los principales cambios son por daño endotelial lo cual genera una pérdida del balance entre mediadores vasoconstrictores y vasodilatadores y remodelamiento de la vascularidad pulmonar, que es considerada la principal causa de aumento en las resistencias vasculares, ya que este remodelamiento afecta las tres capas de la pared arterial, manifestado como fibrosis de la íntima, hiperplasia de la capa media y fibrosis de la capa adventicia. Algunos pacientes han mostrado susceptibilidad genética para presentar esta enfermedad. (22,23)

La última actualización sobre hipertensión arterial pulmonar que se realizó, fue en el Quinto Simposio de Hipertensión Pulmonar que tuvo lugar en 2013, donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) dividió a la hipertensión pulmonar en cinco grupos según su causa (24). La tromboembolia pulmonar crónica, como etiología para la hipertensión arterial pulmonar, fue considerada en el grupo cuatro de esta nueva clasificación y se soslayaron otras causas de obstrucción crónica similares a este tipo dada su baja frecuencia; en consecuencia, sólo se considera dentro del grupo 4 a la tromboembólica pulmonar crónica. (24)

El hecho de que se tengan registradas bajas incidencias de HAP por TEP crónico después de un embolismo pulmonar agudo, la falta de síntomas de embolia pulmonar en más de 25% de pacientes con diagnóstico de HAP secundaria a TEP crónico y la ausencia de los factores de riesgo clásicos para trombosis, han vuelto motivo de estudio el verdadero grado de relación entre la

hipertensión arterial pulmonar por TEP crónico secundario a embolismo pulmonar. (25,26)

En cuanto a la mortalidad, estudios en Francia y Gran Bretaña se ha reportado una tasa de mortalidad, aunque no se precisa si es acumulada durante un periodo de cinco años o se trata de una prospección a cinco años, de alrededor de 40 %. (16)

La hipertensión pulmonar, en sus etapas iniciales, presenta una serie de síntomas que se comparten con diversas enfermedades lo que ha dificultado su pronta identificación misma que se logra sólo hasta que el padecimiento ya se encuentra en una etapa avanzada. (17)

Las tomografías aplicadas a pacientes con sospechas de hipertensión pulmonar han mostrado, en fechas recientes, la aparición de un hallazgo tomográfico que ha sido, de manera no oficial, bautizado como el signo *banana-huevo* por asemejarse a la figura de dichos objetos. Este signo se produce cuando el tronco de la arteria pulmonar principal es visible a nivel del arco aórtico en el eje axial al realizar una angiotomografía computarizada. La identificación de este signo es una clara evidencia de la presencia de hipertensión pulmonar. Este signo ha cobrado relevancia en el ámbito médico ya que permite la identificación de la hipertensión arterial pulmonar en algunos casos. (12)

Signo banana-huevo

Las angiogramas computarizadas se toman en pacientes que se consideran en riesgo de padecer algún tipo de problema en las vascularidad pulmonar. La imagen tomográfica tomada ayuda a analizar la disposición y tamaño de las arterias, venas y órganos en esa específica área del cuerpo por lo que el diagnóstico utilizando estos instrumentos es de gran importancia para la correcta identificación de padecimientos pulmonares. En las tomografías computarizadas van a aparecer una gran cantidad de signos tomográficos que van a ser representativos de ciertas condiciones.

Uno de los signos que se han encontrado es el conocido como *egg and banana sign* (signo banana y huevo) al que se ha asociado, en varios estudios, con la hipertensión de la arteria pulmonar. Dicho signo toma su nombre porque, en la imagen tomográfica donde aparece, muestra a la arteria pulmonar principal

al mismo nivel, en un corte axial, que el arco aórtico (ver figura 1). La imagen de la angiotomografía computarizada muestra a la primera con una forma similar a la de un huevo mientras que la segunda asemeja a una banana. De ahí su nombre. (12) (27)

El hallazgo radiológico referido como *banana huevo* ha permitido mejorar los diagnósticos de hipertensión arterial pulmonar, incluyendo un nuevo dato que podemos usar en conjunto con otros signos ya comprobados. La aparición de dicho signo, llamado así por emular la figura de dichos objetos, es significativa de hipertensión arterial pulmonar en grado severo en algunos estudios. (11)

La presencia del signo *banana y huevo* no debe considerarse como una condición que, obligatoriamente, está relacionada con la presencia de hipertensión pulmonar ya que en algunos casos mostró una especificidad de 85 % pero una sensibilidad de 39 %. Ante esta situación, se recomienda ser cuidadoso y analizar el caso con la mayor profundidad clínica posible a fin de tener un diagnóstico certero (28). Algunos estudios refieren que la presencia de dicho signo tomográfico puede ser más evidente en personas con un alto índice de masa corporal (IMC); aquellos casos cuyo IMC no sea alto, no presentarán el signo de la banana y el huevo, o no con tanta claridad, por lo que se sugiere un estudio exhaustivo a fin de hacer un diagnóstico correcto (29)

El signo *banana huevo* se asocia con una mayor presión de la arteria pulmonar, un mayor radio en el diámetro de la arteria pulmonar respecto al diámetro de la aorta ascendente (9) y se produce por los cambios que tienen lugar en la arteria pulmonar como la dilatación, engrosamiento y rigidez de las paredes de la arteria. Estos cambios conducen a un aumento en el diámetro de la arteria pulmonar. (30)

La hipertensión de la arteria pulmonar principal es un incremento de la presión a lo largo de la arteria lo que provoca cambios importantes, de tipo crónico, lo que, en etapas tardías, tiene un impacto letal sobre el pulmón y las cavidades cardiacas. Para el caso de los hombres, el diámetro de la arteria no debe exceder los 29 mm mientras que, para el caso de las mujeres, el valor reportado es de 26 mm. Nuevos estudios informan que, para el caso de los hombres, el diámetro mayor a 29 mm de la arteria pulmonar significa 87 % de sensibilidad, 89 % de especificidad y 97 % de valor predictivo para desarrollar

hipertensión de la arteria pulmonar. El valor predictivo puede pasar de 97 % a 100 % cuando se acompaña de una alteración en el índice arteria-bronquio.

Si bien el signo banana huevo es muy útil y puede resultar indicativo de la presencia de la hipertensión de la arteria pulmonar, no es el único signo que puede observarse a través de las tomografías computarizadas de tórax. El signo conocido como *Carina crossover sign* también aparece referido en la literatura, aunque de manera más reciente. (30)



Figura 1: Signo "banana y huevo"; la arteria pulmonar se observa a la altura del arco aórtico.

Tromboembolia pulmonar

Una de las causantes de la hipertensión arterial pulmonar es el tromboembolismo pulmonar (TEP), que se define como una complicación de la embolia pulmonar y que está caracterizado en el grupo IV de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud. Se considera potencialmente curable mediante la cirugía de tromboendarterectomía pulmonar; sin embargo, esta situación no siempre es posible y, en un tercio de los casos de personas que han tenido esta operación, se han vuelto a presentar signos de TEP (25).

Se estima que 80% de los eventos de embolismo pulmonar tuvieron su origen de una trombosis venosa profunda. Generalmente los trombos que migran al pulmón se forman en las venas tibiales de donde migran a las venas poplíteas y se propagan a sistemas venosos proximales y, posteriormente, a las arterias pulmonares generando una obstrucción mecánica a este nivel (31). Gracias a que la irrigación pulmonar es dual mediante arterias bronquiales y pulmonares no se observa una zona de infarto pulmonar en todos los eventos (31).

La mayoría de los pacientes que tuvieron un evento de TEP agudo presentaron mejoría al restaurar el flujo sanguíneo adecuado en el sitio de la obstrucción (5,32,33); sin embargo, en algunos casos coágulos residuales quedaron adheridos a las paredes vasculares y produjeron una TEP crónica, resultando en fibrosis y reorganización del tejido. Esta situación dificulta el flujo sanguíneo con la consecuente elevación de la presión arterial pulmonar (16). Estos cambios generan alteraciones secundarias en el corazón aumentando la poscarga del ventrículo derecho lo cual incrementa la tensión en la pared ventricular ipsilateral con su consecuente dilatación, mal funcionamiento e isquemia ventricular en casos severos. El paciente, finalmente, muere por falla ventricular derecha. (31)

La epidemiología mundial real de la tromboembolia pulmonar resulta difícil debido a la ausencia de datos. Ante esta situación se ha propuesto la estimación de entre 20 y 70 casos por cada 100 000 personas. De dicha cantidad, se estima que una tercera parte va a presentar dicho padecimiento en grado intenso mientras que las restantes dos terceras partes van a presentar trombosis venosa profunda de manera aislada. Además, esta situación provocó, en Suecia, una

tasa de mortalidad de 20 por cada 10 000 personas por año. En algunos casos, se puede presentar enfermedad tromboembólica crónica, en el periodo de dos años posteriores al evento de tromboembolia aguda, con una tasa de casi 4% (34). Otros datos refieren que la embolia pulmonar, junto con la trombosis venosa profunda afecta, anualmente, a 600 000 personas en Estados Unidos (35)

Si bien en un principio se consideró a esta situación como poco frecuente y presente sólo hasta años después de un evento de embolia pulmonar, hay estudios que han evidenciado que esta situación se puede presentar con una mayor frecuencia y que los eventos pueden tener lugar poco tiempo después (un par de años) de que la embolia pulmonar (5)

Para la atención de este padecimiento, el método recomendado, es la angiotomografía computarizada de arterias pulmonares, aunque también se recomienda la ecocardiografía. La resonancia magnética también es recomendada para una pequeña cantidad de estudios, aunque se reconoce que no se trata del método más idóneo ya que presentan gran cantidad de limitaciones técnicas que puedan alcanzar hasta 52 % de los casos. Para el caso de pacientes cuyo estado de salud no es crítico, el diagnóstico no se limita a la identificación de la tromboembolia pulmonar. Del total de pacientes que presenten dolor atribuible a patología del tórax u otros síntomas relativos a este padecimiento, sólo 20 o 30 % serán diagnosticados con tromboembolia pulmonar. (34)

Otras fuentes apuntan que existen una cantidad de tratamientos específicos que se administran en función de la gravedad del padecimiento. Para los casos no graves, se considera la utilización de anticoagulantes quienes permiten la trombólisis intrínseca lo que permite una “limpieza” del sistema vascular de los pulmones y permite la recuperación de la adecuada hemodinámica pulmonar, a un paso lento que, generalmente, tomará meses en completarse.

Toda vez que se ha completado el tratamiento, se recomiendan una serie de cuidados con el fin de prevenir la existencia de otro evento de este tipo. Si se excluyen estos tratamientos preventivos, se calcula que 50 % de los pacientes pueden presentar, nuevamente, complicaciones relacionadas con la tromboembolia en los primeros tres meses subsecuentes al evento. Algunos

tratamientos tienen altas tasas de funcionalidad que, sin embargo, decrecen cuando se detiene el tratamiento (34).

ANTECEDENTES

El reconocimiento de la arteria pulmonar principal a nivel del arco aórtico —signo tomográfico también denominado banana y huevo— ha sido recientemente introducido como un marcador importante para el reconocimiento de la hipertensión arterial pulmonar (9,11). Por ello, en la presente investigación sólo ha podido localizarse un estudio en el que se examina la capacidad predictiva del signo en el diagnóstico de la hipertensión arterial pulmonar.

Este estudio de Scelsi et al., titulado Egg-and-Banana sign: A novel diagnostic CT Marker for Pulmonary Hypertension, tuvo como principal objetivo determinar de manera retrospectiva, si el signo banana y huevo es un marcador de diagnóstico sensible y específico para la hipertensión pulmonar. Su finalidad secundaria fue reevaluar la correlación entre la hipertensión pulmonar con otros dos marcadores frecuentemente utilizados: el incremento del diámetro de la arteria pulmonar principal (APP) y el cociente del diámetro de dicha arteria sobre el diámetro de la aorta (Ao) ascendente (conocido como cociente AP-Ao) (9).

El estudio fue llevado a cabo en el Medical College of Georgia. Se evaluó un total de 186 pacientes con edades entre 55 y 73 años, que entre enero de 2014 y julio de 2017 se sometieron a un procedimiento de cateterismo cardiaco derecho (CCD) 140 días antes o después de realizarles estudios de tomografía computarizada; estos estudios incluyeron el arco aórtico y el aspecto caudal de la AP. En el 63% de los pacientes, la tomografía se realizó antes del procedimiento CCD. Se excluyó a aquellos pacientes que hubiesen sido sometidos a cirugía aórtica, quienes tuvieran aneurismas aórticos o anomalías anatómicas significativas (9).

De los 186 pacientes seleccionados, 126 de ellos (68%) padecían hipertensión pulmonar. Los 60 restantes (32%) que no sufrían de este padecimiento fueron canalizados al interior de un grupo de control. Los 186 casos fueron examinados individualmente por dos radiólogos para determinar si el signo banana y huevo estaba presente o no. Los observadores desconocían

las mediciones obtenidas del CCD. También se midieron los diámetros de la arteria pulmonar y la aorta ascendente. Para el análisis estadístico se emplearon las pruebas estadísticas Curva de ROC y T de Student. (9)

El estudio encontró que el grupo de pacientes con hipertensión pulmonar tenía una presión arterial pulmonar (PAP) de 38.1 ± 8.9 mm Hg. Mientras que en el grupo libre de dicha enfermedad la PAP fue de 17.1 ± 4.8 mm Hg. En lo que respecta a la medición del diámetro de la APP como marcador diagnóstico, se utilizó un punto de corte de 29 mm. Los diámetros más amplios obtuvieron 80% de sensibilidad y 53% de especificidad para hipertensión pulmonar. Su valor predictivo positivo fue de 79% y su valor predictivo negativo del 54%. En el caso del cociente AP-Ao, se estableció un punto de corte de más de 1.0. Para la detección de hipertensión pulmonar, el cociente AP-Ao tuvo una sensibilidad del 57% y una especificidad del 81%. Asimismo, su valor predictivo positivo se elevó hasta el 87%, mientras que su valor predictivo negativo se estableció en 46%. (9)

En el caso del signo banana y huevo, es importante mencionar que la tasa de acuerdo entre los dos observadores para la determinación de la presencia del signo fue buena ($\kappa = 0.82$). El signo fue visualizado en 49 de los 127 pacientes con hipertensión pulmonar, y en 9 de los 59 pacientes sin el padecimiento. La PAP de los pacientes con signo fue en promedio 8 mm Hg más alta en los participantes en los que se identificó el signo. Además, el diámetro de su APP y su cociente AP-Ao también tuvieron un promedio más alto que el resto de los pacientes. (9)

El signo banana y huevo tuvo una sensibilidad del 39% y una especificidad del 85% para la detección de hipertensión pulmonar. Su valor predictivo positivo se elevó hasta el 85% mientras que el negativo fue de 39%. El estudio menciona que la combinación de este marcador con alguno de los dos anteriores, incrementa la especificidad. En caso de combinarse con la medición del diámetro, se incrementa a 91%, mientras que con el cociente AP-Ao sube a 93%. Los valores predictivos también se elevan a un 89% y 90%, respectivamente. El estudio concluye que, si bien el signo banana y huevo cuenta con altos niveles de especificidad, es recomendable combinarlo con otros marcadores. (9)

Como se ha mencionado, la medición de la efectividad del signo banana y huevo para la detección de hipertensión arterial pulmonar es reciente. Otros

marcadores obtenidos por tomografía computarizada han sido analizados desde hace años. Uno de los estudios más notorios sobre este tema se titula CT-determined pulmonary artery diameters in predicting pulmonary hipertensión. El propósito de este estudio fue determinar si la medición por angiotomografía computarizada de los diámetros de las arterias pulmonares podía utilizarse como indicadores de hipertensión pulmonar. (36)

El estudio se realizó a un total de 32 pacientes con enfermedad cardiopulmonar y sobre 26 pacientes con una distribución de edad y sexo similar que funcionaron como grupo de control. A todos les midieron los diámetros de múltiples arterias pulmonares. Los resultados arrojaron que el límite superior del diámetro normal para la APP era de 28.6 mm. En el grupo de pacientes enfermos, los diámetros por encima de la medida mencionada permitieron predecir fácilmente la presencia de hipertensión pulmonar. El estudio recomienda la medición del diámetro de las arterias pulmonares para la detección de hipertensión, al estimar que se trata de un procedimiento preciso y no invasivo. (36)

Para el caso de la utilidad del cociente AP-Ao, también existen otros estudios dedicados a determinar su capacidad para el diagnóstico. Uno de ellos se titula A CT sign of chronic pulmonary arterial hypertension: the ratio of main pulmonary artery to aortic diameter. El propósito de este estudio fue determinar si el cociente de los diámetros de la arteria pulmonar principal y la aorta ascendente es indicador de hipertensión arterial pulmonar. El estudio, de tipo retrospectivo, examinó a 50 pacientes con diversas enfermedades pulmonares y cardiovasculares; dichos casos habían sido sometidos a una tomografía computarizada de tórax (14).

Dos observadores independientes midieron el diámetro de la arteria pulmonar principal y de la aorta ascendente. Los resultados arrojaron que, para pacientes menores a 50 años, el cociente AP-Ao se relaciona de manera importante con la presión arterial en la arteria pulmonar principal. Sin embargo, esto no ocurre así con pacientes mayores a 50 años. El estudio reporta que una presión arterial pulmonar mayor a 20 mm Hg y un cociente AP-Ao mayor a uno son indicativos de hipertensión arterial pulmonar; la sensibilidad de la prueba es de 70%, su especificidad del 92%, su valor predictivo positivo de 96% y su valor predictivo negativo del 52%. (14)

Debido a la cantidad de investigaciones que existen sobre los dos indicadores antes mencionados, el estudio titulado CT-Base pulmonary artery measurement in the detection of Pulmonary Hypertension. A Meta-Analysis and systematic review realizó un análisis de 20 investigaciones sobre el tema —que involucraron a más de 2000 personas— con la finalidad de estimar de forma más exacta aspectos como la sensibilidad, especificidad, sus valores predictivo positivo y negativo. (37)

Por medio de análisis estadístico, el equipo de Shen et al. registró que la medición del diámetro de la arteria pulmonar principal en el diagnóstico de la hipertensión arterial pulmonar obtuvo una sensibilidad de 0.79 (95% IC 0.72-0.84); especificidad de 0.83 (95% IC 0.75-0.89); valor predictivo positivo de 4.68 (95% IC 3.13-6.99) y valor predictivo negativo de 0.26 (95% IC 0.20-0.33). A su vez, el cociente AP-Ao obtuvo una sensibilidad de 0.74 (95% IC 0.74-0.86); su especificidad 0.81 (95% IC 0.74-0.86); su valor predictivo positivo 3.83 (95% IC 2.70-5.43) y su valor predictivo negativo 0.33 (95% IC 0.24-0.44). El estudio concluye que estos dos indicadores pueden jugar un papel importante para el diagnóstico de la hipertensión arterial pulmonar. Sin embargo, hacen énfasis en el hecho de que es necesario complementarlos con otros métodos para aumentar su fiabilidad (5).

En lo que respecta a la relación entre hipertensión pulmonar arterial y tromboembolismo pulmonar (TEP) crónico o agudo, se cuenta con pocas estudios relacionados con el tema (38,39). Se trata de investigaciones que no recurren a grupos experimentales para justificar sus resultados. Sin embargo, sí existen investigaciones que relacionan otras formas de hipertensión pulmonar con embolismo pulmonar.

Un primer referente se encuentra en el estudio titulado Incidence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension after Pulmonary Embolism. Esta investigación de tipo retrospectivo tuvo como principal propósito determinar la incidencia de hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTC) después de un episodio de embolismo pulmonar. Se examinó a pacientes que presentaban disnea persistente inexplicable. Fueron sometidos a una ecografía transtorácica y si se encontraban indicios de hipertensión se les realizaba un escaneo y angiografía pulmonares. Se consideró que la HPTC estaba presente

en aquellos pacientes cuya presión en las arterias pulmonares y sistólicas excedía los 25 mm Hg y 40 mm Hg. (40)

Los resultados mostraron una incidencia de HPTC del 1% (95% IC 0.0-2.4) a los seis meses, del 3.1% (95% IC 0.7-5.5) al año y del 3.8% (95% IC 1.1-6.5) a los dos años. No se registraron casos en pacientes con más de dos años de seguimiento. El estudio concluyó que el HPTC es una complicación relativamente común del embolismo pulmonar. Sin embargo, reconoce que es necesario desarrollar métodos más eficaces para su detección temprana y posterior diagnóstico. (40)

En segundo referente se encuentra en el estudio titulado Incidence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension after a first episode of Pulmonary Embolism. Al igual que la investigación antes mencionada, ésta tuvo como objetivo principal determinar la incidencia de HPTC después de un episodio objetivamente confirmado de embolismo pulmonar. Se trató de un estudio retrospectivo realizado en doce centros médicos de Italia. Se realizó un seguimiento de tres años a 259 pacientes tratados con anticoagulantes orales después de un episodio de embolismo pulmonar. (41)

Los resultados mostraron que el embolismo pulmonar fue idiopático en 135 pacientes; en tanto, se asoció con diversos factores de riesgo a los 124 pacientes restantes. Después de un promedio de 46 meses, 37 pacientes fueron diagnosticados con disnea persistente, inexplicable en cinco de ellos. La HPTC fue confirmada en dos pacientes con embolismo pulmonar idiopático, por lo que la incidencia se calculó en 0.8% (95% IC 0.0-1.9). (41)

Un tercer referente del mismo tipo se encuentra en el estudio titulado Incidence of symptomatic and asymptomatic chronic thromboembolic pulmonary hipertensión. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la incidencia de la HPTC sintomática y asintomática en un conjunto de pacientes que padecían tromboembolia pulmonar, así como determinar si existían variables que permitieran predecir su aparición. Para ello se utilizó a 110 pacientes diagnosticados con tromboembolia pulmonar, a quienes se les realizó un seguimiento de 24 meses. Todos fueron sometidos a una ecografía transtorácica una vez terminado el seguimiento. (42)

Se confirmó la presencia de HPTC en diez pacientes del grupo de estudio, lo que supone una incidencia del 9.1% (95% IC 3.7-14.5). Además, presentaron

síntomas sugestivos de la enfermedad. Los factores que se asociaron de forma estadísticamente significativa fueron la edad y el antecedente de tromboembolia pulmonar. El estudio concluye que la incidencia es más frecuente que lo descrito normalmente en la literatura, Por lo que surgiere optimizar la duración e intensidad del tratamiento anticoagulante en los pacientes con tromboembolia pulmonar. (42)

JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta de investigación queda justificada a la luz de los criterios de importancia y actualidad. Por un lado, el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar ha resultado complicado de realizarse por estudios de imagen. Normalmente, se le suele asociar con la presencia de tromboembolismo pulmonar (TEP). Por ello, se vuelve relevante para la práctica clínica contar con referentes de investigación que aporten elementos para identificar métodos de diagnóstico más acertados con respecto de los que actualmente son empleados. Particularmente, la presente investigación persigue dar cuenta de la capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo para diagnosticar la presencia de HAP en pacientes con TEP. Con este estudio, se persigue reportar si, en efecto, cuenta con capacidad predicativa y si permite a los médicos radiólogos contar con nuevos referentes para realizar hallazgos más fidedignos.

Asimismo, la presente propuesta de investigación se enmarca dentro de las investigaciones contemporáneas que dan cuenta sobre los signos tomográficos para diagnosticar HAP. En los últimos años, algunas investigaciones anglosajonas han evidenciado que la presencia del signo conocido como banana y huevo tiene una significativa asociación con la HAP; especialmente, de grado severo. Sin embargo, estos hallazgos aún requieren ser sometidos a prueba para asegurar su capacidad predictiva. En tal sentido, la presente propuesta de investigación aportará elementos para enriquecer la discusión teórica sobre el signo banana y huevo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de las complicaciones mortales del tromboembolismo pulmonar (TEP), ya sea agudo o crónico, destaca la hipertensión arterial pulmonar (HAP) se ha vuelto un problema de salud especialmente relevante para diferentes países del mundo. El principal problema que se tiene con la HAP es que no se le diagnostica con oportunidad. (1) Su identificación temprana resulta fundamental porque ayuda a que disminuye la mortalidad de los pacientes.

Actualmente, el diagnóstico de HAP se suele soslayar, debido a que se le puede asociar sólo TEP. Incluso, distinguir entre TEP y HAP resulta complejo. Ante este panorama, algunas investigaciones anglosajonas han identificado un signo tomográfico, identificado en los estudios radiológicos, que puede aumentar la predicción de diagnósticos más acertados de HAP; especialmente, en la población que presenta TEP. Tal signo se le ha conocido como banana y huevo. Éste se produce cuando la arteria pulmonar principal se localiza al mismo nivel, en un corte axial, que el arco aórtico. (12) Su presencia se le ha asociado con la presencia de hipertensión arterial pulmonar, sobre todo de grado severo. (11)

En tal sentido, se presenta la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez?

OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar la capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia del signo tomográfico banana y huevo en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) por sexo y según el grado crónico o agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Identificar los factores de riesgo asociados con hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Calcular la capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP), según el grado crónico o agudo, en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H_a). La capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo **es estadísticamente significativa** para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Hipótesis nula (H_0). La capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo **no es estadísticamente significativa** para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio

Observacional, descriptivo, retrospectivo, correlacional, de cohorte y de serie de casos.

2. Muestreo

No probabilístico y los sujetos se elegirán por conveniencia para los fines de la investigación.

3. Unidad de población

Pacientes del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez con TEP crónico o agudo, atendido entre 2016 y 2017.

4. Muestra

65 pacientes con diagnóstico de Tromboembolismo pulmonar crónico

45 pacientes con diagnóstico de Tromboembolismo pulmonar agudo

5. Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Pacientes con TEP crónico o agudo atendidos en Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.
- Pacientes que hayan sido referidos al área de radiología del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez por sospecha de hipertensión arterial pulmonar.
- Pacientes que cuenten con evidencia tomográfica del signo tomográfico banana y huevo en el diagnóstico del área de radiología del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

- Pacientes con TEP crónico o agudo que hayan sido diagnosticados con hipertensión arterial pulmonar.

Criterios de exclusión

- Pacientes con TEP crónico o agudo que no hayan sido atendidos en Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez durante el periodo en estudio.
- Pacientes con antecedente de patología aortica congénita o adquirida.
- Pacientes postoperados de patología aortica congénita o adquirida.
- Pacientes postoperados de patología cardiaca congénita o adquirida.
- Pacientes que hayan cruzado con lobectomías o cirugías pulmonares.
- Pacientes con patología neoplásica de mediastino.

6. Definición de variables

- Signo tomográfico banana y huevo.
- Hipertensión arterial pulmonar.
- Edad del paciente.
- Sexo del paciente.
- Trombo embolismo pulmonar crónico
- Trombo embolismo pulmonar agudo
- Diámetro de la arteria pulmonar
- Relación de diámetro de la aorta y la arteria pulmonar

7. Métodos de recolección de datos

Se revisarán los expedientes clínicos de los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y se conformará una plantilla de captura en Excel. Después de conformar la base, se revisará para asegurarse de que la captura de la información fue correcta. Luego, se pasará la información a una base de datos en el software especializado en estadística, SPSS.

8. Análisis estadístico

Una vez que se revise la captura en SPSS, se procederá a analizar la información con las técnicas de la estadística descriptiva e inferencial. Con la primera, se buscará dar cuenta de las frecuencias simples que se reportaron por cada variable. Asimismo, se obtendrán tablas de contingencia para agrupar los resultados por sexo y tipo de TEP. A su vez, la estadística inferencial se usará para estimar la capacidad predictiva del signo tomográfico de banana y huevo para identificar la presencia de hipertensión arterial pulmonar en pacientes con TEP. Particularmente, se propone aplicar las pruebas de Chi-Cuadrada de Pearson para saber si hay significancia en la relación de las variables, así como se realizará una regresión logística binaria para estimar la predictibilidad que el signo tomográfico de banana y huevo tiene para diagnosticar la hipertensión arterial pulmonar. Los resultados serán presentados en tablas y/o gráficas, según se requiera.

9. Aspectos bioéticos

Dado que esta investigación es retrospectiva, se declara que no se pondrá en peligro la integridad de ninguna persona. Igualmente, no se requerirá de algún consentimiento informado, dado que no se realizará algún experimento con pacientes, según lo dispuesto por el artículo 14 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

10. Operacionalización de variables

Variable	Definición operativa	Tipo de variable	Indicador
Signo tomográfico banana y huevo	Se presenta cuando la arteria pulmonar principal se encuentra al mismo nivel en un corte axial que el arco aórtico. La arteria pulmonar principal patológica, en el caso de los hombres, debe exceder 29 mm; en el caso de las mujeres 26 mm.	Ordinal	Presencia o ausencia
Hipertensión arterial pulmonar	Se refiere al aumento de la presión sanguínea (mmHg), en las arterias pulmonares lo que conduce a un aumento en la resistencia vascular pulmonar.	Ordinal	Presencia o ausencia
Edad del paciente	Tiempo transcurrido entre la fecha de nacimiento de la persona y la del momento en que ocurre o se registra el hecho vital	Escalar	Edad registrada en años
Sexo del paciente	Característica biológica que distingue a las personas en hombres y mujeres.	Ordinal	Masculino Femenino
Trombo embolismo pulmonar	Oclusión, por un émbolo, de una o más arterias pulmonares. Crónico = más de 3 meses después de evento agudo Agudo = En tiempo presente	Ordinal	Crónico Agudo
Diámetro de la arteria pulmonar	Diámetro de la arteria pulmonar principal observable mediante imágenes angiotomográficas. Para el caso de los hombres, el diámetro no debe exceder los 29 mm y, para el caso de las mujeres, no debe ser de más de 26 mm.	Escalar	Valores expresados en mm.
Relación de diámetro de la aorta y la arteria pulmonar	Relación entre el diámetro de la aorta ascendente y la arteria pulmonar principal, identificada a la misma altura en un corte axial, mediante imágenes angiotomográficas.	Escalar	Valores expresados en mm.

RESULTADOS

En el presente apartado, se exponen los principales hallazgos del reporte estadístico. En la primera parte, se presentan las características de la muestra; en cuanto a la distribución muestral por sexo y grupos de edad. Posteriormente, se reportan las frecuencias simples de los resultados del signo tomográfico banana-huevo, así como dos padecimientos: hipertensión arterial pulmonar (HAP) y tromboembolismo pulmonar (TEP). Igualmente, esas tres variables se correlacionaron con el sexo y grupos de edad de los pacientes. Por último, se presentan las pruebas estadísticas aplicadas en aras de reportar la relación que hay entre el signo tomográfico banana-huevo para diagnosticar HAP en los pacientes con los diferentes tipos de TEP.

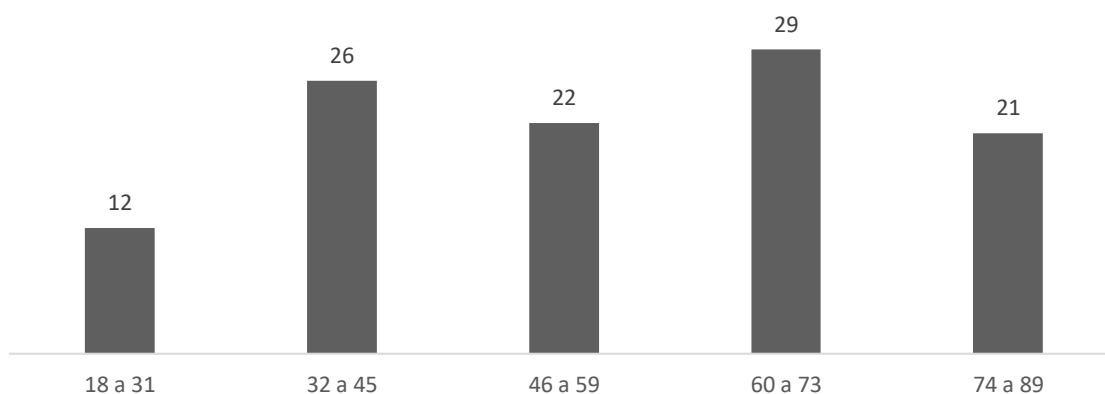
Características de la muestra

En cuanto al sexo, la mayoría de los casos reportados son mujeres ya que, de los 110 participantes, 62 casos presentaron este sexo (56.4%). En cambio, sólo 48 pacientes fueron hombres (43.6%) (véase Gráfica 1). Sobre la edad, el grupo etario más numeroso corresponde a las personas de 60 a 73 años con 29 casos (26.4%), le siguen 26 pacientes (23.6%) de 32 a 45 años, y 22 casos (20%) con edades de 45 a 59. El grupo etario que se presentó con menor frecuencia fue el de 18 a 31, con 12 casos (10.9%). La media de la edad de los casos fue de 55.3 con una edad mínima de 18 y una máxima de 89. La desviación típica de los datos es de 18.1 (véase Gráfica 2).

Gráfica 1. Distribución de la muestra por sexo



Gráfica 2. Distribución de la muestra por grupos de edad



Datos obtenidos por medio de SPSS

TEP, HAP, y signo tomográfico de banana y huevo

Para estimar los resultados del signo tomográfico de banana y huevo, se procedió a estimar los valores de los diámetros de las arterias pulmonares. La media de esta arteria del tronco fue de 33.24 mm, con un valor mínimo de 20 y máximo de 49. Sobre esta arteria derecha e izquierda, las medias fueron de 26.05 y 23.63 mm, respectivamente; mientras que los valores mínimos en ambas arterias fueron de 14, y los máximos de 41 mm en la derecha y 40 mm en la izquierda (véase Tabla 1).

Tabla 1. Medidas de tendencia central de los valores de arteria pulmonar

Variable	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Arteria Pulmonar Tronco	33.24	6.891	20	49
Arteria Pulmonar Derecha	26.05	5.817	14	41
Arteria Pulmonar Izquierda	23.63	4.953	14	40

Datos obtenidos por medio de SPSS

A partir del registro del diámetro de las arterias, se pudo identificar la presencia del signo tomográfico de banana-huevo. Este signo se presentó sólo en 33 casos (30%) de 110 que lo reportan. En cambio, 77 casos (70%) no lo presentaron (véase Gráfica 3).

Gráfica 3. Presencia de signo tomográfico banana y huevo



Datos obtenidos por medio de SPSS

Con respecto de los padecimientos, la condición más común del tromboembolismo pulmonar (TEP) fue la crónica, dado que se manifestó en 65 casos (59.1%). En cambio, el TEP agudo se presentó únicamente en 45 casos (40.9%). A su vez, la hipertensión arterial pulmonar (HAO) se presentó en 59 casos (53.6%). El resto de los casos, 51 (46.4%), no la refirieron (véase Tabla 2).

Tabla 2. Presencia de HAP y TEP

Padecimientos	n	%
TEP agudo	45	40.9%
TEP crónico	65	59.1%
Presencia de HAP	59	53.6%
Ausencia de HAP	51	46.4%

Datos obtenidos por medio de SPSS

Posteriormente, se procedió a correlacionar el signo tomográfico banana-huevo, la HAP y el TEP por el sexo de los pacientes. El signo se presentó en mayor medida en las mujeres, ya que 24 pacientes (38.7%) lo refirieron, en comparación con sólo 9 pacientes (18.8%) de sexo masculino. Igualmente, en la hipertensión arterial pulmonar la mayoría de los casos fueron mujeres, dado que se presentó en 36 de ellas (58.1%). Este padecimiento se presentó sólo en 15 casos (31.3%) de hombres. Por último, en cuanto al TEP, 37 mujeres (59.7%) y 28 hombres (58.3%) reportaron tromboembolismo pulmonar crónico; mientras, 25 mujeres (40.3%) y 20 hombres (41.7%) manifestaron agudo (véase Tabla 3).

Tabla 3. Presencia de signo tomográfico banana-huevo, HAP y TEP por sexo

Indicador	Mujer		Hombre	
	n	%	n	%
Signo tomográfico de banana-huevo				
Sí	24	38.7%	9	18.8%
No	38	61.3%	39	81.3%
Hipertensión arterial pulmonar				
Sí	36	58.1%	15	31.3%
No	26	41.9%	33	68.8%
Tipo de tromboembolismo pulmonar				
TEP agudo	25	40.3%	20	41.7%
TEP crónico	37	59.7%	28	58.3%

Datos obtenidos por medio de SPSS

Adicionalmente, se correlacionaron el signo tomográfico de banana-huevo y la HAP por tipo de TEP. En cuanto al de tipo crónico, 24 casos (36.9%) presentaron

el signo; mientras, sólo en 9 casos (20%) reportaron TEP agudo. En cuanto a la HAP, 42 casos (64.6%) reportaron tromboembolismo pulmonar de tipo crónico; en comparación con sólo 9 casos (20%) con agudo (véase Tabla 4).

Tabla 4. Presencia de signo tomográfico banana-huevo y HAP por tipo de TEP

Indicador	Agudo		Crónico	
	n	%	n	%
Signo tomográfico de banana-huevo				
Sí	9	20.0%	24	36.9%
No	36	80.0%	41	63.1%
Hipertensión arterial pulmonar				
Sí	9	20.0%	42	64.6%
No	36	80.0%	23	35.4%

Datos obtenidos por medio de SPSS

Por último, se correlacionaron las variables en estudio con los grupos de edad. En cuanto a la presencia del signo tomográfico de banana-huevo, se encontró que la mayoría de los casos que lo presentaron corresponden el grupo de 32 a 45 años, con 11 casos, seguido de los grupos de 18 a 31 años y 46 a 59 años con 7 casos cada uno. Mientras, la HAP se presentó en mayor medida en los grupos de 32 a 45 años y 60 a 73 años, con 13 casos cada uno. Por último, en cuanto a los diagnósticos de TEP agudo 13 casos tuvieron 60 a 73 años; mientras, para el TEP crónico, el grupo que destacó fue el de 32 a 45 años con 17 casos (véase Tabla 5). Como se aprecia, en buena medida, las prevalencias de las tres variables coinciden en el grupo etario de 60 a 73 años.

Tabla 5. Presencia de signo tomográfico banana-huevo, HAP y TEP por grupo de edad

Indicadores	Grupos de edad									
	18 a 31 años		32 a 45 años		46 a 59 años		60 a 73 años		74 a 89 años	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Presencia de signo tomográfico banana-huevo										
Sí	7	58.3	11	42.3	7	31.8	6	20.7	2	9.5
No	5	41.7	15	57.7	15	68.2	23	79.3	19	90.5
Hipertensión arterial pulmonar										
Sí	5	41.7	13	50.0	9	40.9	13	44.8	11	52.4
No	7	58.3	13	50.0	13	59.1	16	55.2	10	47.6

Diagnóstico de TEP										
TEP agudo	7	58.3	9	34.6	11	50.0	13	44.8	5	23.8
TEP crónico	5	41.7	17	65.4	11	50.0	16	55.2	16	76.2

Datos obtenidos por medio de SPSS

Por último, se identificó la distribución de los pacientes con TEP agudo y crónico, si presentaron el signo tomográfico banana-huevo. De los 45 pacientes con TEP agudo, nueve pacientes con (20%) presentaron el signo. Con respecto de los 65 pacientes con padecimiento de tipo crónico, 24 (36.9%) presentaron el signo tomográfico (véase Tabla 6).

Tabla 6. Presencia de signo tomográfico banana-huevo Tipo de TEP

Variable	TEP agudo		TEP crónico	
	n	%	n	%
Presencia signo tomográfico banana-huevo	9	20.0%	24	36.9%
Ausencia signo banana-huevo	36	80.0%	41	63.1%
Total	45	100%	65	100%

Datos obtenidos por medio de SPSS

Pruebas estadísticas de correlación

Las pruebas de correlación estadística son técnicas que permiten determinar si dos variables están relacionadas o no. Su aplicación puede responder a tres objetivos principales: evaluar si existe asociación entre variables y en qué grado se presenta; predecir el valor de una variable conociendo el valor de la otra; y establecer el grado de acuerdo entre los valores de dos variables cuantitativas. Para la presente investigación, las pruebas estadísticas aplicadas obedecen al primer propósito. A continuación, se muestran los resultados de las pruebas implementadas a los dos grupos de estudio.

- **Pruebas estadísticas aplicadas a Grupo 1: Signo banana huevo con HAP y TEP crónico**

Se aplicaron cuatro pruebas estadísticas al Grupo 1 —signo tomográfico de banana huevo con HAP y TEP crónico—. Estas pruebas son: Chi-cuadrado de Pearson y Coeficiente de contingencia; Regresión logística binaria y Prueba de U de Mann-Whitney. Este grupo se conformó por 65 personas, de las cuales 42 presentaban HAP. En este subgrupo de pacientes con hipertensión, 18 casos (27.7%) presentaron signo tomográfico de banana-huevo, mientras que en los 24 casos restantes (36.9%) no fue detectado. Dentro del grupo de pacientes sin HAP, en 6 casos (9.2%) se observó presencia del signo banana-huevo, mientras que en los 17 restantes (26.2%) no se advirtió su presencia (véase Tabla 7).

Tabla 7. Tabla de contingencia entre variables de Grupo 1: “HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”

Hipertensión arterial pulmonar		Presencia de signo tomográfico banana-huevo		Total
		Sí	No	
Sí	n	18	24	42
	%	27.7%	36.9%	64.6%
No	n	6	17	23
	%	9.2%	26.2%	35.4%
Total	n	24	41	65
	%	36.9%	63.1%	100.0%

Datos obtenidos por medio de SPSS

Para el caso de la presente investigación, se considera relevante conocer si existe dependencia o independencia entre la presencia del signo tomográfico banana-huevo y el padecimiento de hipertensión arterial pulmonar (HAP). Para ello, la primera prueba que se aplicó fue Chi-Cuadrado de Pearson. Esta prueba estadística es utilizada en el análisis de variables nominales y permite probar si existe dependencia entre dos variables cualitativas de una población. Es decir, contrasta la hipótesis de que las variables son independientes, frente a la hipótesis alternativa de que una variable se distribuye de forma distinta con respecto de la otra.

En un principio, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson fue aplicada a las variables “HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”. La prueba arrojó que ninguna casilla de la tabla de contingencia tuvo una frecuencia esperada inferior a 5; lo anterior se encuentra por debajo del 20% admitido por el método asintótico y, por tanto, es válida su utilización para interpretar los resultados de la prueba. En este caso, debe tomarse en cuenta el resultado del estadístico asintótico bilateral, de donde se obtuvo una significancia estadística de 0.180. Al ser superior al p -valor de 0.05, se puede afirmar que no existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables (véase Tabla 8).

*Tabla 8. Prueba de Chi-Cuadrado aplicada a variables de Grupo 1:
“HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	1.795 ^a	1	.180	.282	.142	
Corrección por continuidad ^b	1.147	1	.284			
Razón de verosimilitudes	1.844	1	.174	.195	.142	
Estadístico exacto de Fisher				.282	.142	
Asociación lineal por lineal	1.767 ^c	1	.184	.282	.142	.090
N de casos válidos	65					

a. 0 casillas (0.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 8.49.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es 1.329.

Datos obtenidos por medio de SPSS

La prueba estadística de Chi-cuadrado de Pearson permite contrastar la hipótesis de independencia. Sin embargo, no muestra la fuerza de la asociación entre las variables en estudio. Esto, debido a que su valor depende no sólo del grado en que los datos se ajustan al modelo de independencia, sino de la cantidad de casos que componen la muestra. Para ello, se cuenta con medidas de asociación basadas en el estadístico de Chi-cuadrado. Una de ellas es el Coeficiente de contingencia, cuyo valor se sitúa entre 0 y 1. El valor de 0 indica que no existe asociación entre las variables en estudio, mientras que los valores cercanos a 1 muestran que hay una fuerte relación entre ellas.

El Coeficiente de contingencia aplicado a las variables HAP y presencia del signo tomográfico banana-huevo generó un valor de 0.164 para 65 casos válidos. Dicho resultado se acerca más al valor de cero absoluto que al valor 1. Lo cual indica una muy débil correlación entre las variables (véase Tabla 9).

Tabla 9. Coeficiente de contingencia aplicado a variables de Grupo 1: “HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”

Medidas simétricas				
		Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal	Coeficiente de contingencia	.164	.180	.282
N de casos válidos		65		

Datos obtenidos por medio de SPSS

Otra prueba estadística que complementa los resultados obtenidos con Chi-cuadrado y su Coeficiente de contingencia es el cálculo de Regresión logística binaria. Esta prueba tiene como objetivo medir si una variable predice o está asociada a otra variable. En el caso de la presente investigación, se busca encontrar la predictibilidad de asociación entre la presencia de signo tomográfico banana-huevo y HAP.

En el análisis de regresión logística se consideran los resultados de tres estadísticos: -2 log de la verosimilitud (-2LL), R cuadrado de Cox y Snell; y R cuadrado de Nagelkerke. El -2LL indica hasta qué punto un modelo se ajusta de forma correcta a los datos. Entre más bajo sea el valor, mejor será el ajuste. El R cuadrado de Cox y Snell es un coeficiente de determinación generalizado que se emplea para estimar la proporción de varianza de la variable dependiente explicada por las variables independientes. Sus valores oscilan entre 0 y 1; entre más alto sea el valor, mayor será la predictibilidad de asociación. Por último, la R cuadrado de Nagelkerke es una versión corregida de la prueba anterior. Suele tener un valor máximo inferior a 1, aún para un modelo de ajuste perfecto.

Para el caso de esta investigación, se introdujeron las variables HAP y presencia de signo tomográfico banana-huevo. Esto permitió obtener un logaritmo de verosimilitud de 83.767. Asimismo, se obtuvo un R cuadrado de Cox y Shell de 0.028 y un R cuadrado de Nagelkerke del 0.038. Estos últimos resultados se traducen en que la predictibilidad de asociación entre HAP y

presencia del signo tomográfico banana-huevo únicamente abarca un porcentaje que va del 2.8 al 3.8% (véase Tabla 10).

Tabla 10. Regresión logística binaria aplicada a variables de Grupo 1: "HAP" y "Presencia de signo tomográfico banana-huevo"

Resumen del modelo							
Paso		-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell		R cuadrado de Nagelkerke		
1		83.767 ^a	.028		.038		
a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.							
Variables en la ecuación							
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	Hipertensión arterial	.754	.568	1.761	1	.185	2.125
	Constante	-.466	.784	.354	1	.552	.627

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Hipertensión arterial

Datos obtenidos por medio de SPSS

Un último estadístico de correlación que se aplicó en este estudio fue la prueba U de Mann Whitney. Se trata de una prueba no paramétrica utilizada para evaluar la asociación o independencia de variables que no cuentan con una distribución normal o simétrica. La finalidad de su aplicación es comparar las medias de dos muestras independientes.

La prueba fue aplicada a las variables HAP y presencia de signo tomográfico banana-huevo. Como puede apreciarse, la significancia obtenida es de 0.184; al superar el p -valor de 0.05, fue necesario retener la hipótesis nula. Esto implica que la distribución de HAP es la misma entre el grupo con presencia de signo tomográfico y el grupo en el que no se presenta, por tanto, se puede afirmar que la relación entre las variables es no significativa (véase Tabla 11).

Tabla 11. Prueba U de Mann-Whitney aplicada a variables de Grupo 1: "HAP" y "Presencia de signo tomográfico banana-huevo"

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Hipertensión arterial pulmonar es la misma entre las categorías de Presencia de signo tomográfico banana-huevo	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	0.184	Retener la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05

Datos obtenidos por medio de SPSS

- **Pruebas estadísticas aplicadas a Grupo 2: Signo banana huevo con HAP y TEP agudo**

Al igual que en el caso del Grupo 1, se aplicaron cuatro pruebas estadísticas al Grupo 2 —Signo banana huevo con HAP y TEP agudo—. Éstas son: Prueba de Chi-Cuadrado, Coeficiente de contingencia; Regresión logística binaria y Prueba de U de Mann-Whitney. El Grupo 2 de estudio se conformó por 45 casos, de los cuales 9 (20%) presentaban HAP. En el subgrupo de pacientes con hipertensión, sólo 2 casos (4.4%) presentaron signo tomográfico banana-huevo, mientras que en los 7 casos restantes (15.6%) no fue detectado. La muestra de pacientes sin HAP fue más grande, ya que contó con 36 casos (80.0%). En 9 de ellos se observó presencia del signo banana-huevo y en los 29 restantes (64.4%) no se advirtió su presencia (véase Tabla 12).

Tabla 12. Tabla de contingencia entre variables de Grupo 2: “HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”

Hipertensión arterial pulmonar		Presencia de signo tomográfico banana-huevo		Total
		Sí	No	
Sí	n	2	7	9
	%	4.4%	15.6%	20.0%
No	n	7	29	36
	%	15.6%	64.4%	80.0%
Total	n	9	36	45
	%	20.0%	80.0%	100.0%

Datos obtenidos por medio de SPSS

En el caso del Grupo 2, la prueba de Chi-cuadrado de Pearson también fue aplicada a las variables HAP y presencia de signo tomográfico banana-huevo. Su aplicación arrojó que el 25% de las casillas de la tabla de contingencia tuvo una frecuencia esperada inferior a 5, lo cual rebasa el 20% admitido para la aplicación del método asintótico; esto impide su utilización para interpretar los resultados de la prueba. Por ello, se tomó en consideración el resultado del estadístico exacto de Fisher, de donde se advierte una significancia estadística de 1.000. Al ser mayor al *p*-valor de 0.05, es posible concluir que no existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables (véase Tabla 13).

Aun cuando los resultados de Grupo 1 y 2 son no significativos, cabe resaltar que el resultado obtenido por el Grupo 2 en esta prueba estadística (significancia exacta bilateral: 1.000) se aleja mucho más del p -valor de 0.05 que el resultado obtenido por el Grupo 1 (significancia asintótica bilateral: 0.180).

*Tabla 13. Prueba de Chi-Cuadrado aplicada a variables de Grupo 2:
“HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	.035 ^a	1	.852	1.000	.586	
Corrección por continuidad ^b	0.000	1	1.000			
Razón de verosimilitudes	.034	1	.854	1.000	.586	
Estadístico exacto de Fisher				1.000	.586	
Asociación lineal por lineal	.034 ^c	1	.854	1.000	.586	.339
N de casos válidos	45					

a. 1 casillas (25.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.80.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

c. El estadístico tipificado es .184.

Datos obtenidos por medio de SPSS

Los resultados de la prueba de Chi-cuadrado se complementan con el cálculo del Coeficiente de contingencia, el cual generó un valor de 0.028. Al situarse de forma cercana al valor de cero, que indica independencia absoluta entre las variables, se concluye que existe poca relación entre HAP y presencia de signo tomográfico banana-huevo (véase Tabla 14). Nuevamente, el Grupo 2 muestra un valor de asociación entre variables mucho más cercano a cero que el Grupo 1 (Coeficiente de contingencia: 0.164).

*Tabla 14. Coeficiente de contingencia aplicada a variables de Grupo 2:
“HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”*

Medidas simétricas		Valor	Sig. aproximada	Sig. exacta
Nominal por nominal	Coeficiente de contingencia	.028	.852	1.000
N de casos válidos		45		

Datos obtenidos por medio de SPSS

La prueba de regresión logística binaria aplicada a este grupo permitió obtener un logaritmo de verosimilitud de 45.002, lo que indica un mejor ajuste del modelo compuesto por ambas variables respecto al obtenido en el Grupo 1 (-2LL=83.767). Sin embargo, el R cuadrado de Cox y Snell obtuvo un valor de 0.001 y un R cuadrado de Nagelkerke del mismo valor (véase Tabla 15). Dichos resultados muestran que la predictibilidad de asociación entre las variables abarca un porcentaje de apenas el 0.1% en el Grupo 2, el cual es inferior al intervalo de predictibilidad de asociación que obtuvo el Grupo 1, que va del 2.8 al 3.8%.

*Tabla 15. Regresión logística binaria aplicada a variables de Grupo 2:
“HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”*

Resumen del modelo							
Paso		-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell			R cuadrado de Nagelkerke	
1		45.002 ^a	.001			.001	
a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.							
Variables en la ecuación							
		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 ^a	Hipertensión pulmonar	.169	.906	.035	1	.852	1.184
	Constante	1.084	1.658	.428	1	.513	2.957

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Hipertensión pulmonar

Datos obtenidos por medio de SPSS

Por último, la prueba U de Mann-Whitney también fue aplicada a las variables HAP y presencia de signo banana-huevo. Se advierte que la significancia obtenida es de 0.900; al superar el p -valor de 0.05, se toma la decisión de retener la hipótesis nula. Es decir, que la distribución de HAP es igual tanto en el grupo con presencia de signo tomográfico, como en el que no se observa (véase Tabla 16). Es importante resaltar que, si bien se trata del mismo resultado obtenido en el Grupo 1, la significancia obtenida por este último (0.184) fue más cercana al p -valor de 0.05 que en el resultado del Grupo 2.

Tabla 16. Prueba U de Mann-Whitney aplicada a variables de Grupo 2:
 “HAP” y “Presencia de signo tomográfico banana-huevo”

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Hipertensión arterial pulmonar es la misma entre las categorías de Presencia de signo tomográfico banana-huevo	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	0.900 ¹	Retener la hipótesis nula

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05

1. Se muestra la significancia exacta para esta prueba.

Datos obtenidos por medio de SPSS

En síntesis, las pruebas estadísticas permitieron observar que no existe una relación estadísticamente significativa entre la presencia del signo tomográfico banana-huevo y HAP; ni en los casos de TEP agudo o TEP crónico. No obstante, en el Grupo 1 se advierte una relación más intensa entre variables que en el Grupo 2. Dicho resultado fue una constante en los cuatro tipos de pruebas aplicadas.

DISCUSIÓN

Antes de contrastar los datos que se obtuvieron en el presente estudio con los antecedentes consultados, es pertinente sintetizar los resultados más relevantes que arrojó el análisis estadístico descriptivo e inferencial. Como se advierte, la muestra está compuesta mayoritariamente por mujeres, quienes agrupan 62 de los 110 pacientes participantes (56.4%). El grupo etario más numeroso es el que integran las personas de 60 a 73 años, con 29 casos (26.4%). El que menos pacientes abarcó fue el que va de los 18 a 31 años, con 12 (10.9%) La edad media fue de 55.3 (\pm 18.1) con una edad mínima de 18 y una máxima de 89.

Para estimar los resultados del signo tomográfico banana-huevo, fue necesario hacer mediciones de los valores de los diámetros de las arterias pulmonares. La Arteria Pulmonar Tronco tuvo una media de 33.24 mm; la media de la Arteria Pulmonar Derecha fue de 26.05 mm; en tanto, la media de la Arteria Pulmonar Izquierda fue de 23.63 mm. Los datos obtenidos arrojaron que el signo tomográfico estaba presente en 33 casos (30%) de la muestra. Con relación a los padecimientos, el TEP crónico fue el más común, puesto que detectó en 65 casos (59.1%). El TEP agudo se manifestó en 45 casos (40.9%).

Al observar la distribución de los resultados por sexo, se advirtió que el signo tomográfico banana-huevo fue más frecuente en las mujeres ya que 24 pacientes (21.8%) de dicho sexo lo presentaron, en contraste con 9 (8.2%) del sexo masculino. En el caso de la HAP, también se encontró de forma mayoritaria en pacientes del sexo femenino con 36 casos (32.7%), frente al grupo de hombres compuesto por 15 casos (13.5%). En cuanto al TEP, 37 mujeres (33.6%) y 28 hombres (25.5%) reportaron el padecimiento de tipo crónico; en tanto, 25 mujeres (22.7%) y 20 hombres (18.2%) manifestaron el agudo. La muestra total fue dividida en dos grupos. El Grupo 1 conformado por los 65 pacientes con TEP crónico y el Grupo 2 por los 42 casos de TEP agudo.

Respecto al Grupo 1, 42 de los pacientes (64.6%) padecían HAP, frente a 23 (35.4%) que no sufrían dicha enfermedad. Entre aquellos con HAP, se encontraron 18 casos (27.7%) en los que había presencia del signo tomográfico banana-huevo, mientras que en los 24 casos (36.9%) restantes no se presentó dicho signo. Por su parte, de los pacientes sin HAP, en 6 personas (9.2%) se detectó el signo tomográfico banana-huevo; frente los 17 casos (26.2%) en los que no se advirtió su presencia.

A este grupo le fue aplicada la prueba Chi-Cuadrado de Pearson con la finalidad de probar si existía dependencia o independencia entre las variables “presencia del signo tomográfico banana-huevo” y “HAP”. Al aplicar esta prueba se encontró que ninguna casilla de la tabla de contingencia tuvo una frecuencia esperada inferior a 5. Este resultado no alcanza el 20% admitido para la utilización del método asintótico, por lo que su uso es válido para la interpretación de los resultados de la prueba. En consecuencia, se debe considerar el resultado del estadístico asintótico bilateral, que arrojó una significancia estadística de 0.180. Al ser mayor al p -valor de 0.05 es posible afirmar que no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables.

La segunda prueba aplicada fue el Coeficiente de contingencia. Su valor, que se sitúa entre 0 y 1, indica la fortaleza o la debilidad de la relación existente entre dos variables. Entre más se acerque el valor a 1, mayor será la fuerza de asociación entre las variables. Al momento de aplicarse en el Grupo 1 para las variables antes mencionadas, generó un valor de 0.164 para 65 casos válidos. Este valor indica una débil correlación entre las variables.

Para complementar lo anterior, se utilizó el cálculo de Regresión logística binaria. Con esta, es posible medir si una variable predice o se asocia a otra variable. En este caso, relaciona la predictibilidad de asociación entre la “Presencia de signo tomográfico banana-huevo” y “HAP”. El análisis de regresión logística considera tres datos estadísticos. El primero es el $-2 \log$ de la verosimilitud ($-2LL$), el cual muestra el ajuste entre el modelo y los datos; entre más alto sea el valor, menor será el ajuste. El segundo es el R cuadrado de Cox y Snell; cuyo valor oscila entre 0 y 1. Entre mayor sea el resultado, habrá mayor, mayor predictibilidad de asociación. El último, R cuadrado de Nagelkerke, es una prueba que corrige el R cuadrado de Cox y Snell, el valor máximo siempre será inferior a 1, aun para un modelo de ajuste perfecto.

Por lo tanto, se introdujeron las variables “HAP” y presencia de signo tomográfico banana-huevo” con estas pruebas. Se obtuvo un logaritmo de verosimilitud de 83.767; un R cuadrado de Cox y Shell de 0.028 y un R cuadrado de Nagelkerke de 0.038. De estos resultados es posible concluir que el porcentaje de la predictibilidad de asociación entre HAP y presencia de signo de banana-huevo va del 2.8 al 3.8%. Es decir, sólo un 2.8-3.8% de los casos de HAP se explican por la presencia del signo tomográfico banana-huevo.

También se aplicó la prueba U de Mann Whitney, prueba no paramétrica que evalúa la asociación independencia de variables que no cuentan con una distribución normal o simétrica. El objetivo de su aplicación es la comparación de las medias de dos muestras independientes. La significancia obtenida de las variables “HAP” y “presencia de signo tomográfico banana-huevo” fue de 0.184. Este valor supera el p -valor de 0.05 por lo que se hace necesario retener la hipótesis nula, donde la distribución de HAP es la misma entre el grupo con presencia del signo tomográfico banana-huevo y el grupo que no lo presenta. Es decir, la relación entre las variables no es significativa.

En el Grupo 2, en el que se agrupa a aquellos pacientes con TEP agudo, se llevaron a cabo las mismas pruebas: Chi-Cuadrado, Coeficiente de contingencia, Regresión logística binaria y Prueba de U de Mann Whitney. Este grupo se conformó por 45 casos, de los cuales existían 9 pacientes (20%) que presentaban HAP. De ellos, solo en 2 (4.4%) se detectó la presencia del signo tomográfico de banana-huevo. En los 7 casos restantes (15.6%) no fue identificada. La muestra de pacientes sin HAP abarcó 36 casos (80.0%). De estos, 9 pacientes (20%) presentaron el signo de banana-huevo, mientras que los 29 casos restantes (64.4%) no se advirtió su presencia.

La aplicación de la prueba de Chi-cuadrado de Pearson a las variables “HAP” y “presencia de signo tomográfico banana-huevo”, arrojó que el 25% de las casillas de la tabla de contingencia tuvo una frecuencia esperada inferior a 5, lo cual rebasa el 20% admitido para la aplicación del método asintótico, por lo que no se puede utilizar para interpretar los datos. En consecuencia, se tomó en cuenta el resultado estadístico exacto de Fisher, que mostró una significancia estadística de 1.000. Por ser mayor al p -valor de 0.05, se concluye que no existe una relación estadísticamente significativa entre las dos variables.

La prueba de Coeficiente de contingencia generó un valor de 0.028, que, debido a su cercanía con el cero, indica independencia total entre las variables, por lo que no hay una fuerte relación entre HAP y presencia de signo tomográfico banana-huevo.

La Prueba de Regresión Logística Binaria de este grupo obtuvo un logaritmo de verosimilitud de 45.002, que representa un mejor ajuste del modelo compuesto por ambas variables respecto al resultado del Grupo 1. En contraste, el R cuadrado de Cox y Snell y el R cuadrado de Nagelkerke obtuvieron un valor de 0.001. Con estos valores, la predictibilidad de asociación entre variables llega escasamente a 0.1%.

Debido a la falta de estudios en los que se examine la capacidad predictiva del signo tomográfico banana-huevo para la detección de HAP, el presente apartado únicamente contrastará los resultados obtenidos con el estudio de Scelsi et al., que ha sido detallado en el apartado de antecedentes. El objetivo de dicha investigación fue determinar de forma retrospectiva si el signo banana-huevo es un marcador de diagnóstico sensible y específico para la hipertensión pulmonar. También, reevaluó la correlación entre la hipertensión pulmonar con otros dos marcadores utilizados: el incremento del diámetro de la arteria pulmonar principal (APP) y el cociente del diámetro de dicha arteria sobre el diámetro de la aorta (Ao) ascendente (conocido como cociente AP-Ao). (9)

Su muestra evaluó a 186 pacientes de entre 55 y 73 años, que en el periodo de enero de 2014 a julio de 2017 se sometieron a procedimientos de cateterismo cardiaco derecho 140 días antes o después de realizarles estudios de tomografía computarizada. De dicha muestra, 126 pacientes (68%) padecían hipertensión pulmonar, los otros 60 (32%) no sufrían este padecimiento y constituyeron el grupo de control. El presente estudio, en cambio, tuvo una muestra de 59 personas que padecían HAP (53.6%) y 51 pacientes (46.4%) que no. Por tanto, el estudio de Scelsi et al. contó con más casos positivos de hipertensión.

Cabe destacar el diferente enfoque y metodología utilizados para este estudio. A diferencia de la naturaleza cualitativa del presente trabajo, la investigación de Scelsi et al., contó con dos radiólogos a cargo de determinar si se encontraba el signo de banana-huevo y de medir los diámetros de la arteria

pulmonar y la aorta ascendente. Para el análisis estadístico se emplearon las pruebas estadísticas Curva de ROC y T de Student. (9)

El estudio en mención utilizó un punto de corte de 29 mm., respecto a la medición del diámetro de la APP como marcador diagnóstico. Se obtuvo un 80% de sensibilidad en los diámetros más amplios y 53% de especificidad para hipertensión pulmonar. Su valor predictivo positivo fue de 79% y su valor predictivo negativo del 54%. En cambio, la investigación presente obtuvo 33.24 mm como media de la arteria del tronco, con valores mínimo y máximo de 20 y 49 mm.

Respecto al signo de banana-huevo, se obtuvo una tasa de acuerdo entre los dos cardiólogos de $\kappa = 0.82$. Se encontró el signo en 49 de los 127 (38.5%) pacientes con hipertensión pulmonar y en 9 de los 59 pacientes sin el padecimiento (15.25%).

La PAP de los pacientes con signo fue en promedio 8 mm Hg más alta en los participantes en los que se identificó el signo. En tanto, el signo de banana-huevo tuvo una sensibilidad del 39% y una especificidad de 85% para la detección de hipertensión pulmonar; su valor predictivo se elevó hasta el 85% y el negativo fue de 39%. El estudio concluyó que, aunque el signo de banana-huevo cuenta con altos niveles de especificidad, es necesario combinarlo con otros marcadores, pues esto incrementa la especificidad. Dichos resultados se pueden contrastar en la siguiente tabla:

Tabla 17. Resultados y características de estudios relacionados con el signo tomográfico banana-huevo e hipertensión arterial y HAP

	Elorriaga, Vicente (2019)	Scelsi et al. (2018)
Objetivo	Estimar la capacidad predictiva del signo tomográfico banana y huevo para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar en pacientes con Tromboembolismo Pulmonar (TEP) crónico y agudo en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez	Determinar de forma retrospectiva si el signo de banana-huevo es un marcador de diagnóstico sensible y específico para la hipertensión pulmonar.
Muestra	110 participantes, de entre 18 y 89 años de edad.	186 participantes, de entre 55 y 73 años de edad.

Características de grupos	<p>Grupo 1. 65 participantes: 42 con HAP, de los cuales 18 casos (27.7%) presentaron signo tomográfico banana-huevo, 24 casos no (36.9%) 23 sin HAP; 23 sin HAP, de los cuales 6 casos (9.2%) presentaron signo tomográfico de banana-huevo, 17 casos no (26.2%).</p> <p>Grupo 2. 45 participantes: 9 con HAP, de los cuales 2 casos presentaron signo tomográfico banana-huevo, 7 (15.6%) no. 36 sin HAP, de los cuales 9 mostraron la presencia del signo tomográfico bana-huevo (35.6), 29 (64.4%) no.</p>	<p>Grupo 1. 126 participantes Todos padecieran hipertensión pulmonar (67.7% de la muestra total).</p> <p>Grupo 2 (control). 60 participantes No padecían hipertensión pulmonar (32.3% de la muestra total).</p>
Medición de arterias pulmonares tronco	<p>Media de 33.24 mm., con un valor mínimo de 20 mm. y máximo de 49 mm.</p> <p>Sobre esta arteria derecha e izquierda, las medias fueron de 26.05 y 23.63 mm, respectivamente; mientras que los valores mínimos en ambas arterias fueron de 14, y los máximos de 41 mm en la derecha y 40 mm en la izquierda</p>	<p>Punto de corte de 29 mm.</p> <p>Sensibilidad de 80% en los diámetros más amplios.</p> <p>Especificidad de 53% para hipertensión pulmonar.</p> <p>Valor predictivo positivo de 79%.</p> <p>Valor predictivo negativo del 54%.</p>
Presencia de signo de banana-huevo en casos de hipertensión pulmonar y HAP	<p>18 casos del grupo 1 (27.7%) con HAP y 6 casos del grupo 1 sin HAP (9.2%)</p> <p>2 casos del grupo 2 (15.6%) con HAP y 9 casos del grupo 2 (35.6%) con HAP</p>	<p>Se encontró el signo en 49 de los 127 (38.5%) pacientes con hipertensión pulmonar y en 9 de los 59 pacientes sin el padecimiento (15.25%).</p>
Conclusión	<p>El signo tomográfico de banana-huevo no está significativamente relacionado con la HAP, ni en casos de TEP crónico ni en aquellos de TEP agudo.</p>	<p>El signo tomográfico banana-huevo sí puede ser utilizado como marcador de diagnóstico sensible y específico para la hipertensión pulmonar, si bien requiere ser combinado con otros marcadores para aumentar su especificidad</p>

Fuentes: Elaboración propia

Como se puede observar, la metodología utilizada, conclusiones y características son profundamente diferentes. De manera general, se puede establecer que, a diferencia de este estudio, el trabajo de Scelsi et al. concluye

que el signo tomográfico banana-huevo sí puede ser utilizado como marcador de diagnóstico sensible y específico para la hipertensión pulmonar, si bien requiere ser combinado con otros marcadores para aumentar su especificidad. En cambio, en el presente caso, el signo tomográfico de banana-huevo no está significativamente relacionado con la HAP, ni en casos con TEP crónico ni en aquellos con TEP agudo. Sin embargo, se recomienda la realización de posteriores estudios. De tal forma que puedan contrastarse los resultados obtenidos en la presente investigación.

CONCLUSIONES

Durante este trabajo se han obtenido las siguientes conclusiones, de acuerdo con el objetivo general de investigación y los objetivos específicos propuestos:

1. Respecto al objetivo general, se concluye que el signo tomográfico de banana-huevo no está relacionado de forma significativa con la HAP. Independientemente si se trata de casos con TEP crónico o casos con TEP agudo, por lo que no tiene una buena capacidad predictiva para diagnosticar HAP en pacientes con dichos padecimientos.
2. La prevalencia del signo tomográfico banana-huevo se distribuye de la siguiente manera:
 - a. El grupo de 18 a 31 años contó con 12 participantes. De ellos, en 7 casos se detectó la presencia del signo tomográfico banana-huevo (58.3%). A su vez, 7 pacientes de este grupo etario presentaron diagnóstico de TEP agudo (58.3%) y en 5 casos, TEP crónico (41.7%). Asimismo, 5 pacientes del total padecían HAP (41.7%).
 - b. En el grupo de 32 a 45 años, se contó con 26 participantes, de los cuales 11 presentaron el signo tomográfico de banana-huevo (42.3%). En 9 casos del total se diagnosticó TEP agudo (34.6%) frente a 17 con TEP crónico (65.4%). De los 26 participantes, la mitad (50.0%) padecían HAP.
 - c. En el grupo de 46 a 59 años, se contó con 22 participantes. De ellos, en 7 pacientes se identificó la presencia del signo tomográfico banana-huevo (31.8%). A su vez, en este grupo etario, 11 casos (50.0%) presentaron TEP agudo frente a 11 casos (50.0%) con TEP crónico. Del total, 9 personas (40.9%) sufrían HAP.
 - d. El grupo de 60 a 73 años contó con 29 participantes. De los cuales, 6 pacientes (20.7%) presentaron el signo tomográfico banana-huevo. De los 29 participantes, en 13 casos (44.85%) padecían

TEP agudo mientras que 16 casos (55.2%) presentaron TEP crónico. Del total, 13 personas padecían HAP (44.8%).

- e. El grupo de 74 a 89 años contó con 21 participantes. De ellos, únicamente en 2 personas (9.5%) se detectó la presencia del signo tomográfico banana-huevo. Del total, 5 pacientes padecían TEP agudo (23.8%) y 16 pacientes sufrían TEP crónico (76.2%). Poco más de la mitad de la muestra: 11 casos (52.4%), presentaron HAP

3. Así, aunque los resultados de Grupo 1 y 2 no son significados de acuerdo con el objetivo general de este trabajo, es destacable que, en el caso de la prueba Chi-cuadrado de Pearson, el Grupo 2 obtuvo una significancia bilateral: 1.000, valor que se aleja mucho más del p -valor de 0.05 que el valor obtenido por el Grupo 1 (significancia bilateral: 0.180).

Por su parte, la prueba U Mann-Whitney arroja resultados parecidos, pues el resultado obtenido por el Grupo 1 (0.184) se acerca más a p -valor de 0.05 que el resultado del Grupo 2, con un valor de 0.900. De manera similar se comportan los resultados del Coeficiente de contingencia, donde el Grupo 1 obtuvo un valor de 0.164 para sus casos válidos. Lo que indica una débil correlación entre las variables, mientras que el Grupo 2 obtuvo un valor de 0.028 para sus casos válidos, número que lo coloca por debajo de la correlación del Grupo 1.

En cuanto a la prueba Relación logística binaria, se obtienen resultados que afirman lo insinuado anteriormente, ya que el Grupo 1 se obtuvo un porcentaje de predictibilidad de asociación entre HAP y presencia de signo de banana-huevo va del 2.8 al 3.8%, mientras que el Grupo 2 obtuvo una predictibilidad de asociación entre variables de apenas 0.1%.

Así, se advierte que el Grupo 1 presenta una relación más intensa entre variables que el Grupo 2, este resultado se mantiene en los cuatro tipos de pruebas aplicadas y corresponde al grupo con TEP crónico y búsqueda de signo tomográfico de banana-huevo con HAP.

Este trabajo, debido a sus pocos antecedentes exactos, representa un novedoso intento por encontrar la relación que mantiene el signo tomográfico banana-

huevo con el HAP en casos de TEP crónico y agudo, por lo que hace falta realizar más estudios y obtener más perspectivas que permitan conocer con mayor amplitud estas relaciones. Se recomienda la realización de posteriores estudios que examinen el papel del signo tomográfico banana-huevo en la predictibilidad de diversos padecimientos, no sólo de hipertensión. Es importante que se realicen investigaciones con otros malestares que pudieran estar relacionados. En la medida en que se conozcan los aportes de la detección de dicho signo, estos podrán utilizarse para evitar complicaciones en el diagnóstico y tratamiento de otras enfermedades.

REFERENCIAS

1. Strange G, Gabbay E, Kermeen F, Williams T, Carrington M, Stewart S, et al. Time from Symptoms to Definitive Diagnosis of Idiopathic Pulmonary Arterial Hypertension: The Delay Study. *Pulm Circ.* 2014;3(1):89–94.
2. Gall H, Hoepfer MM, Richter MJ, Cacheris W, Hinzmann B, Mayer E. An epidemiological analysis of the burden of chronic thromboembolic pulmonary hypertension in the USA, Europe and Japan. *Eur Respir Rev.* 2017;26(143).
3. Peacock A, Murphy N, McMurray J, Caballero L, S. S. An epidemiological study of pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J.* 2007;30:104–9.
4. Damy T, Goode KM, Kallvikbacka-Bennett A, Lewinter C, Hobkirk J, Nikitin NP, et al. Determinants and prognostic value of pulmonary arterial pressure in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2010;31(18):2280–90.
5. Pengo V, Lensing AWA, Prins MH, Marchiori A, Davidson BL, Tiozzo F, et al. Incidence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension after Pulmonary Embolism. *New Engl J Med.* 2004;350(22):2257–64.
6. Tapson VF, Humbert M. Incidence and Prevalence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension: From Acute to Chronic Pulmonary Embolism. *Proc Am Thorac Soc.* 2006;3(7):564–7.
7. Lewczuk J, Piszko P, Jagas J, Porada A, Wójciak S, Sobkowicz B, et al. Prognostic Factors in Medically Treated Patients With Chronic Pulmonary Embolism. *Chest.* 2001;119(3):818–23.
8. Kiely DG, Elliot CA, Sabroe I, Condliffe R. Pulmonary hypertension: Diagnosis and management. *BMJ.* 2013;346(f2028):1–12.
9. Scelsi C, Bates W, Melenevsky Y, Sharma G, Thomson N, Keshavamurthy

- J. Egg-and-banana sign: a novel diagnostic CT marker for pulmonary hypertension. *Am J Roentgenol.* 2018;210(1235–1239).
10. Devaraj A. Assessment of pulmonary artery pressure using computed tomography signs in various diseases. Universidad de Londres; 2009.
 11. Sánchez Nistal MA. Pulmonary hypertension: The contribution of MDCT to the diagnosis of its different types. *Radiol (English Ed.)* 2010;52(6):500–12.
 12. Devaraj A, Hansell DM. Computed tomography signs of pulmonary hypertension: old and new observations. *Clin Radiol [Internet]*. 2009;64(8):751–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2008.12.005>
 13. Peña E, Dennie C, Veinot J, Muñoz S. Pulmonary Hypertension: How the Radiologist Can Help. *RadioGraphics.* 2012;32(1):9–32.
 14. Ng C, Wells A, Padley S. A CT sign of chronic pulmonary arterial hypertension: the ratio of main pulmonary artery to aortic diameter. *J Thorac Imaging.* 1999;14:270–8.
 15. Devaraj A, Wells A, Meister M, Corte T, Wort S, Hansell D. Detection of pulmonary hypertension with multidetector CT and echocardiography alone and in combination. *Radiology.* 2010;254:609–16.
 16. George MG, Schieb LJ, Ayala C, Talwalkar A, Levant S. Pulmonary hypertension surveillance United States, 2001 to 2010. *Chest.* 2014;146(2):476–95.
 17. Kanwar MK, Thenappan T, Vachiéry JL. Update in treatment options in pulmonary hypertension. *J Hear Lung Transplant [Internet]*. 2016;35(6):695–703. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healun.2016.01.020>
 18. Hatano S, Strasser T. Primary Pulmonary Hypertension. Primary Pulmonary Hypertension. Génova: World Health Organization; 1975.
 19. McLaughlin V V., Archer SL, Badesch DB, Barst RJ, Farber HW, Lindner

- JR, et al. ACCF/AHA 2009 Expert Consensus Document on Pulmonary Hypertension. A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents and the American Heart Association Developed in Collaboration With the American College of Chest Physicians; American Thoracic Society, Inc.; and the Pulmonary Hypertension Association. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53(17):1573–619.
20. Lang IM, Pesavento R, Bonderman D, Yuan JXJ. Risk factors and basic mechanisms of chronic thromboembolic pulmonary hypertension: A current understanding. *Eur Respir J*. 2013;41(2):462–8.
 21. Montani D, Günther S, Dormfüller P, Perros F, Girerd B, García G, et al. Pulmonary arterial hypertension. *Orphanet J of Rare Dis*. 2013;8(97):2–28.
 22. Farber H, Loscalzo J. Pulmonary arterial hypertension. *N Engl J Med*. 2004;351:1655–65.
 23. Humbert M, Lau EMT, Montani D, Jaïs X, Sitbon O, Simonneau G. Advances in Therapeutic Interventions for Patients With Pulmonary Arterial Hypertension. *Circulation*. 2014;130(24):2189–208.
 24. Simonneau G, Gatzoulis M, Adatia I, Celermajer D, Denton C, Ghofrani A, et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25):D34–41.
 25. Riedel M, Stanek V, Widimsky J, Prerovsky I. Longterm follow-up of patients with pulmonary thromboembolism. Late prognosis and evolution of hemodynamic and respiratory data. *Chest*. 1988;81:151–8.
 26. Bonderman D, Jakowitsch J, Adlbrecht C, Schemper M, Kyrle P, Schönauer V, Exner M, et al. Medical conditions increasing the risk of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Thromb Haemost*. 2005;93(3):512–6.
 27. Sproule M. Imaging: Chest ventilation/perfusion scintigraphy and computed tomography. In: Peacock A, Naeije R, Rubin L, editors. *Pulmonary*

- Circulation: Diseases and their Treatment. Londres: Hodder Arnold; 2011. p. 115–27.
28. Deng F. Reporting Predictive Values for Diagnostic Tests. *Am J Roentgenol*. 2018;211(5):W278–W278.
 29. Nicol ED, Rubens MB. The Role of Plain Chest Radiography and Computed Tomography. In: Dimopoulos K, Diller G-P, editors. *Pulmonary Hipertension in Adult Congenital Heart Disease*. Londres: Springer; 2017. p. 149–61.
 30. Satyam V, William N, Jayant K. Egg and banana sign of severe pulmonary arterial hypertension. *Lung India*. 2018;35:261–2.
 31. Tapson VF. Acute Pulmonary Embolism. *N Engl J Med*. 2008;358(10):1037–52.
 32. Ende-Verhaar Y, Cannegieter S, Vonk Noordegraaf A, M D, Pruszczyk P, Mairuhu A, et al. Incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after acute pulmonary embolism: a contemporary view of the published literature. *Eur Respir J*. 2017;49(2).
 33. Kirsch J, Brown RKJ, Henry TS, Javidan-Nejad C, Jokerst C, Julsrud PR, et al. ACR Appropriateness Criteria ® Acute Chest Pain—Suspected Pulmonary Embolism. *J Am Coll Radiol*. 2017;14(5S):S2–12.
 34. A. T. Pulmonary thromboembolic disease. Clinical management of acute and chronic disease. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2010;63(7):832–49. Available from: [http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L359248454%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932\(10\)70186-X%5Cnhttp://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=EMBASE&issn=15792242&id=doi:10.1016%2FS0300-8932%2810%2970186-X&atitle=Pulmonary+throm](http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L359248454%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932(10)70186-X%5Cnhttp://sfx.library.uu.nl/utrecht?sid=EMBASE&issn=15792242&id=doi:10.1016%2FS0300-8932%2810%2970186-X&atitle=Pulmonary+throm)
 35. Nishiyama KH, Saboo SS, Tanabe Y, Jasinowodolinski D, Landay MJ, Kay FU. Chronic pulmonary embolism: diagnosis. *Cardiovasc Diagn Ther*.

2018;8(3):253–71.

36. Keiko K, Gamsu G, Stern R, Cann C, Herfkens R, Brundage B. CT-Determined pulmonary Artery Diameters in Predicting Pulmonary Hypertension. *Invest Radiol*. 1984;19(1):16–22.
37. Shen Y, Wan C, Tian P, Wu Y, Li X, Yang T, et al. CT-Base Pulmonary Artery Measurement in the Detection of Pulmonary Hypertension. A Meta-Analysis and Systematic Review. *Medicine*. 2014;93(27):1–9.
38. Fedullo P, Auger W, Kerr K, Rubin LJ. Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *N Engl J Med*. 2001;345(20):1465–72.
39. Rich S, Levitsky S, Brundage B. Pulmonary Hypertension from Chronic Pulmonary Thromboembolism. *Ann Intern Med*. 1988;108(3):425–34.
40. Pengo V, Lensing AWA, Prins MH, Marchiori A, Davidson BL, Tiozzo F, et al. Incidence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension after Pulmonary Embolism. *N Engl J Med*. 2004;350(22):2257–64.
41. Cecilia B, Giancarlo A, Raffaele P, Mauro S, Renzo P, Rita TM, et al. Incidence of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension After a First Episode of Pulmonary Embolism. *Chest* [Internet]. 2006;130(1):172–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.130.1.172>
42. Martí D, Gómez V, Escobar C, Wagner C, Zamarro C, Sánchez D, et al. Incidence of Symptomatic and Asymptomatic Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *Arch Bronconeumol* [Internet]. 2010;46(12):628–33. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1579-2129\(10\)70137-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1579-2129(10)70137-3)