



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FUNDACIÓN CLÍNICA MÉDICA SUR

“MEDICIONES INDIRECTAS DE LA FUNCIÓN DE
EL VENTRÍCULO DERECHO POR TOMOGRAFÍA
HELICOIDAL MULTICORTE EN LA ANGIOGRAFÍA
DE VASOS PULMONARES”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E IMAGEN

PRESENTA:

DR. RAFAEL CHOZA CHENHALLS

ASESOR DE TESIS:

DR. CARLOS ENRIQUE ROJAS MARÍN
MÉDICO ADSCRITO A LA UNIDAD DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
FUNDACIÓN CLÍNICA MÉDICA SUR

**Médica
Sur**
Fundación Clínica

MÉXICO, D.F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Dr. Jorge Hernández Ortiz
Profesor titular de el curso de especialización en Radiología e Imagen

Dr. Javier Lizardi Cervera
Jefe de enseñanza de la Fundación Clínica Médica Sur

Dr. Carlos Enrique Rojas Marín
Asesor de tesis

Mediciones indirectas de la función del ventrículo derecho por tomografía helicoidal multicorte en la angiografía de vasos pulmonares.

Índice:

1. Marco teórico	
1.1. Introducción	1
1.2. Factores de riesgo	2
1.3. Fisiopatología	2
1.4. Diagnóstico	9
1.4.1. Síntomas	9
1.4.2. Signos	9
1.4.3. Gasometría arterial	10
1.4.4. Electrocardiograma	11
1.4.5. Ecocardiograma	11
1.4.6. Placa de tórax	12
1.4.7. Gammagrama ventilatorio perfusorio	12
1.4.8. Angiografía pulmonar	14
1.4.9. Puntaje de Wells	14
1.4.10. Angiotomografía de vasos pulmonares	19
1.4.10.1 Técnica de la angiotomografía de vasos pulmonares	21
2. Objetivo	24
3. Justificación	24
4. Diseño de el estudio	25
5. Material y métodos	
5.1 Mediciones	26
5.2 Análisis estadístico	30
6. Resultados	31
7. Conclusiones	34
8. Discusión	35
9. Tablas	36
10. Referencias	40

1. Marco teórico

1.1 Introducción

La tromboembolia pulmonar es un problema de salud pública al representar una de las complicaciones graves más comunes en pacientes hospitalizados. Requiere un diagnóstico temprano y un tratamiento oportuno para disminuir su morbilidad. Aproximadamente 100000 pacientes mueren cada año en los Estados Unidos por causa de la tromboembolia pulmonar y otros 100000 mas mueren por causas relacionadas a esta. Un porcentaje importante de pacientes muere antes de ser diagnosticado con tromboembolia pulmonar.¹

En grandes estudios multicéntricos; los pacientes que al momento del diagnóstico presentaron inestabilidad hemodinámica tuvieron una mortalidad de el 50 al 58%. La mortalidad de los pacientes estables fue del 8 al 15%. Por lo tanto, en los pacientes con riesgo de tromboembolia pulmonar, la evaluación del sistema cardiovascular es de importancia crucial.^{2, 3}

1.2 Factores de riesgo

Se han identificado múltiples factores de riesgo para la tromboembolia pulmonar. Estos factores pueden dividirse en adquiridos y congénitos.

Una proporción mínima de los pacientes que presentan tromboembolia pulmonar tienen factores genéticos predisponentes. Entre esto podemos encontrar mutaciones autosómicas dominantes como el factor V de Leiden y el gen de la protrombina.

Los factores de riesgo adquiridos se presentan frecuentemente en la población, entre ellos podemos encontrar la obesidad, el uso de hormonales, el embarazo, trauma, tabaquismo, vuelos aéreos, eventos quirúrgicos, entre otros.

1.3 Fisiopatología

La trombosis puede generarse en cualquier lugar del sistema venoso. Siendo lugares frecuentes el sistema venoso profundo de los miembros pélvicos. Sin embargo, los vasos de los miembros torácicos pueden de igual manera embolizar.

El incremento en el uso de marcapasos, catéteres centrales y desfibriladores; los cuales propician la formación de trombosis venosa de los miembros superiores. Dichos trombos pueden de igual manera desprenderse y embolizar el sistema arterial pulmonar. (fig.1,2,3)



Figura 1. Tromboembolia pulmonar bilateral.

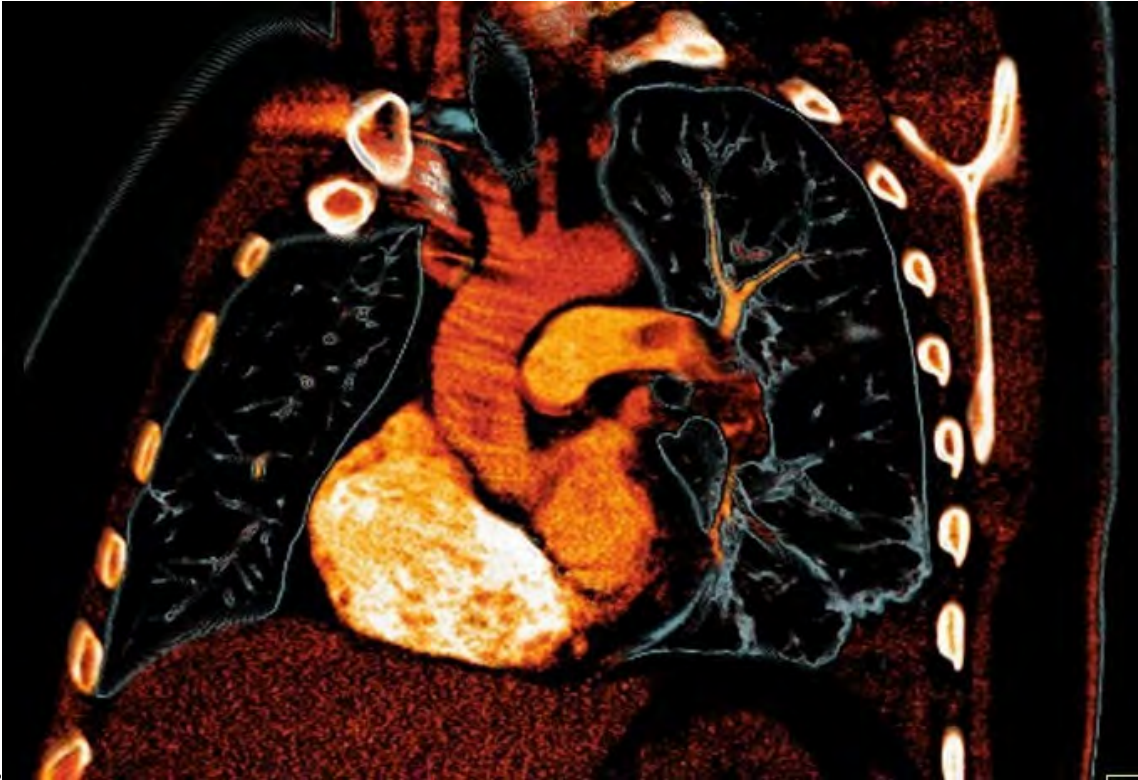


Figura 2. Tromboembolia pulmonar izquierda.



Figura 3. Tromboembolia pulmonar izquierda. Trombo cabalgado. Reconstrucción oblicua.

La tromboembolia pulmonar tiene múltiples efectos sobre el sistema cardiovascular. La formación de un trombo en el sistema venoso periférico con su subsecuente desprendimiento y la migración de este hacia el árbol arterial es el primer evento de la cadena que resulta en un incremento de la resistencia vascular pulmonar.

La obstrucción mecánica producida por la obstrucción de la luz por el trombo no es el único causante del incremento en la resistencia vascular pulmonar. La liberación de agentes neurohumorales como la serotonina, que actúa de manera sinérgica con la obstrucción mecánica, da como resultado el incremento abrupto de la presión de el sistema vascular pulmonar.

Otras alteraciones causadas por la tromboembolia pulmonar incluyen la disminución del intercambio gaseoso a nivel alveolar por incremento del espacio muerto alveolar. La resistencia de la vía aérea distal a los bronquios se incrementa por la presencia de factores inflamatorios. La distensibilidad pulmonar tiende a disminuirse al presentarse edema pulmonar, derrame pleural o infarto.^{4, 5}

Durante el reposo en condiciones normales, el ventrículo derecho trabaja con la máxima eficiencia mecánica y con el consumo mínimo de oxígeno. Durante el evento embólico, la impedancia del sistema vascular

pulmonar se incrementa y es necesario que sistemas compensadores como la ley de Frank-Starling se activen para contrarrestar la obstrucción. Esto conlleva al incremento en la demanda miocárdica de oxígeno y la disminución de la eficiencia mecánica de el ventrículo derecho, esto a su vez tiende a disminuir la precarga de el ventrículo izquierdo por abombamiento de el septum interventricular a la izquierda.

La disfunción del ventrículo derecho es una de las causas principales de morbilidad y mortalidad en la tromboembolia pulmonar. Se ha asociado esta con un incremento al doble de mortalidad a los tres meses.

El incremento de la impedancia vascular pulmonar por la vasoconstricción refleja y la obstrucción mecánica generan un incremento en la tensión de la pared de el ventrículo derecho, con lo cual, tiende a dilatarse y a comprimir el septum interventricular desplazándolo hacia el ventrículo izquierdo. (Fig.4,5)



Figura 4. Dilatación de el ventrículo derecho. Vista 4 camaras



Figura 5. Desviación de el septum. Vista 4 camaras

La dilatación del ventrículo derecho puede en algunos casos causar compresión de la arteria coronaria derecha comprometiendo la perfusión y promoviendo la isquemia en un miocardio bajo estrés.

El abombamiento del septum interventricular vez tiende a disminuir el volumen latido del ventrículo izquierdo y la presión arterial, esto puede interpretarse como un estado crítico del sistema circulatorio. La caída de la presión arterial puede generar perfusión coronaria inadecuada, choque cardiogénico y la muerte.

Sin embargo, el paciente hemodinámicamente inestable representa solo una minoría de los pacientes con tromboembolia pulmonar. Identificar a estos pacientes de forma oportuna es uno de los objetivos primordiales de la evaluación del paciente con tromboembolia pulmonar. Algunos de los factores de riesgo para presentar una tromboembolia pulmonar resultante en inestabilidad hemodinámica incluyen edad de más de 70 años, falla cardíaca congestiva coexistente y EPOC.

La falla cardíaca preexistente es un factor de mal pronóstico importante debido a que disminuye la capacidad de el ventrículo derecho para adaptarse al incremento abrupto de la post carga.^{v, iv}

1.4 Diagnóstico

1.4.1 Síntomas

Un amplio espectro de síntomas pueden ser encontrados en la tromboembolia pulmonar. El tipo de síntomas están presentes depende de múltiples factores como el estado cardiovascular previo y el grado de obstrucción de la circulación pulmonar.

El síntoma más común presente en los pacientes con tromboembolia pulmonar es disnea, seguido de dolor pleurítico, tos y hemoptisis. Estos síntomas pueden ser causados por una amplia gama de padecimientos por lo que solo deben de alimentar la sospecha clínica y no establecer un diagnóstico.⁶

1.4.2 Signos

La mayoría de los pacientes con tromboembolia pulmonar presentan taquipnea y taquicardia sinusal. Sin embargo, la naturaleza poco específica de estos signos limita su utilidad para limitar el diagnóstico diferencial.

La elección de el método diagnóstico en el abordaje de un paciente depende de múltiples factores. Entre ellos se encuentra la probabilidad clínica, la disponibilidad de métodos diagnósticos, las condiciones de el paciente, el riesgo en el uso de contrastes iodados intravenosos o radiación ionizante.

El primer paso es determinar la probabilidad clínica de cada paciente de forma individual de manera objetiva. Este paso siempre debe realizarse antes que cualquier método de imagen.⁷

1.4.3 Gasometría arterial

El análisis de los gases arteriales tienen una utilidad limitada. Algunos de los hallazgos son hipercapnia, hipoxemia y alcalosis respiratoria. En la mayoría de los casos, los cambios esperados no están presentes o son mínimos. Por otra parte, la gasometría arterial, tiene una función importante en el seguimiento y en el establecimiento del pronóstico.

De igual manera la oximetría de pulso, tiene un papel limitado en el diagnóstico de tromboembolia pulmonar. Sin embargo tiene cierta utilidad diagnóstica en la valoración de el sistema cardiorespiratorio. Existe un mayor riesgo de complicaciones como hipoxia, falla respiratoria, choque cardiogénico y muerte, en los pacientes que al momento de el diagnóstico presentaron una oximetría de pulso con una saturación menor a 95% respirando aire ambiente.

1.4.4 Electrocardiograma

Es común encontrar cambios en el electrocardiograma en los pacientes con tromboembolia pulmonar. La mayoría de los pacientes presentan solo cambios inespecíficos, como pueden ser alteraciones de la onda T o del segmento ST.

Algunas anormalidades del electrocardiograma se han asociado con un mal pronóstico como son las ondas Q inferiores, el bloqueo de rama derecha, arritmias auriculares y las alteraciones de la onda T y del segmento ST en las derivaciones precordiales. El grado de obstrucción no necesariamente correlaciona con las alteraciones del electrocardiograma.

1.4.5 Ecocardiograma

La ecocardiografía ha sido utilizada ampliamente en pacientes con sospecha de tromboembolia pulmonar. Puede hacerse en el departamento de urgencias y no requiere medios de contraste por lo que es útil demostrando la función cardíaca, en especial del corazón derecho. Sin embargo, no es capaz de demostrar la causa de la disminución en la función y por lo tanto no puede distinguir entre las causas de falla derecha.

1.4.6 Placa de tórax

La placa de tórax fue usada extensamente en búsqueda de alteraciones en los pacientes con sospecha de tromboembolia pulmonar. Una gran cantidad de pacientes con tromboembolia confirmada tienen placas de tórax normales.

La anormalidad mas común encontrada es la cardiomegalia, sin embargo esta no correlaciono cuando se le compara con la hipocinesia del ventrículo derecho encontrada por ecocardiografía. Otros hallazgos frecuentes son atelectasias, presentes en el 69% de los pacientes y derrame pleural, presente en el 47% de los pacientes.

La utilidad de la placa de tórax radica en identificar diagnósticos alternativos que puedan explicar la condición del paciente. ^{8, 9}

1.4.7 Gammagrama ventilatorio perfusorio

El gammagrama ventilatorio/perfusorio (V/Q), ha sido usado extensamente en la búsqueda de tromboembolia pulmonar. Este estudio ubica a los pacientes en tres niveles indeterminado, alta y baja probabilidad.

En el primer estudio PIOPED, se comparo la precisión de el gammagrama ventilatorio/perfusorio para diagnosticar tromboembolia pulmonar contra la angiografía pulmonar.

Se encontró que en los pacientes con una alta probabilidad clínica y un gammagrama V/Q tenían un 95% de probabilidad de presentar un evento tromboembólico mientras que solo un 4% los pacientes con probabilidad clínica baja y un gammagrama de baja tuvieron una angiografía positiva. Un gammagrama normal virtualmente excluye la probabilidad de presentar tromboembolia pulmonar.¹⁰ Se ha comparado la tomografía helicoidal contra el gammagrama ventilatorio perfusorio en la detección de tromboembolia pulmonar donde se encontró una prevalencia similar y una incidencia en los tres meses posteriores, similar entre ambos estudios. Con lo que se concluye que la angiotomografía es comparable al gammagrama en descartar el diagnóstico de tromboembolia pulmonar. (fig.6)¹¹

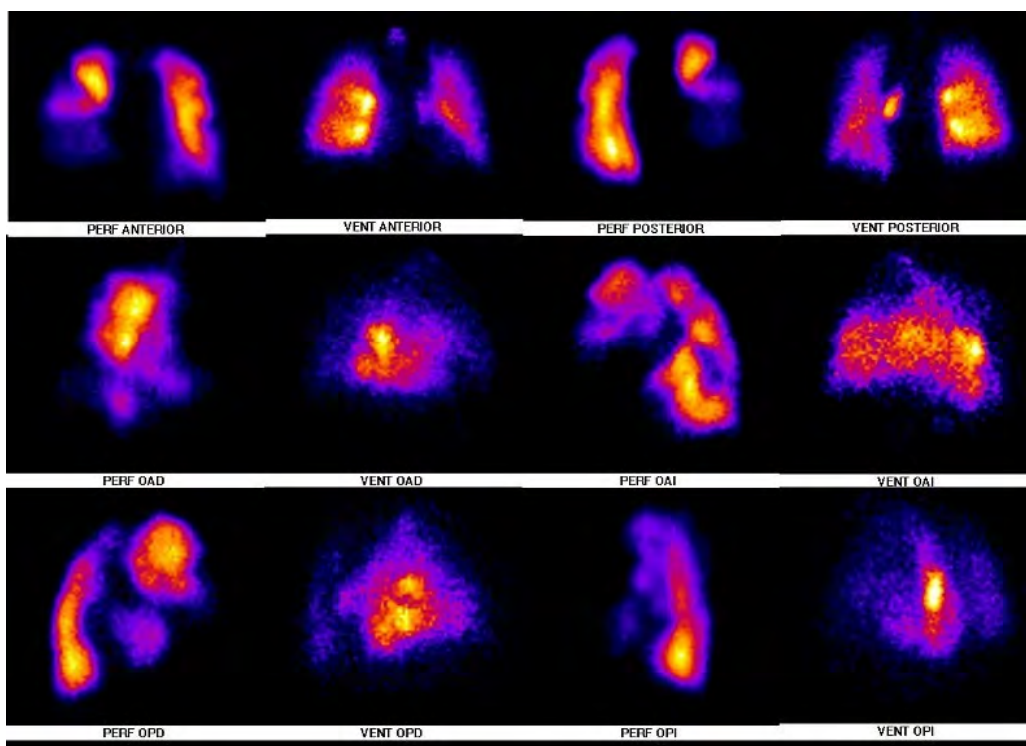


Figura 6 . Gammagrama de alta probabilidad.

La limitante del gammagrama V/Q radica en que pocos de los pacientes concuerdan entre el resultado del gammagrama y el puntaje clínico. Gran cantidad de los estudios caen en la categoría de indeterminados.

1.4.8 Angiografía pulmonar

La angiografía pulmonar invasiva es considerada el standard de oro para el diagnóstico de tromboembolia pulmonar. Sin embargo tiene numerosas limitaciones debido a su alto costo, disponibilidad limitada e importantes variaciones interobservador en el caso de bloqueo de las arterias segmentarias. Sin embargo posee la ventaja de convertirse en un estudio terapéutico en el caso de ser necesario. Por otro lado se somete al paciente a una considerable dosis de radiación y medio de contraste. La tasa de complicaciones es mayor a lavque presentan otros estudios y generalmente son relativos al sitio de punción.

1.4.9 Puntaje de Wells

La sospecha clínica de tromboembolia pulmonar se establece en los pacientes que tienen factores de riesgo los cuales se han organizado en sistemas de puntuación como el de Wells. Cuando sistemas de puntuación estratifican al paciente en un riesgo bajo, la probabilidad post prueba de presentar un embolismo pulmonar varía del 4% al 15%. (tabla 1).

El puntaje de Wells ubica a los pacientes con sospecha de tromboembolia pulmonar en tres niveles. Mayor a seis puntos, alta probabilidad de presentar un evento tromboembólico. De dos a seis puntos, probabilidad intermedia y menor a dos puntos la probabilidad es baja.

Existe una interpretación alternativa para el puntaje de Wells donde se considera un puntaje mayor a cuatro con probabilidad de presentar tromboembolia pulmonar por lo que se recomienda un estudio de imagen. Para los pacientes que tienen un puntaje de Wells menor a cuatro se recomienda el examen del Dímero-d para descartar un evento trombótico.¹²

Una vez establecido el riesgo clínico, esta recomendado para los pacientes con riesgo bajo e intermedio la obtención de un examen de Dímero-D por ELISA. El Dímero-D es un producto de degradación de fibrina que puede elevarse en múltiples situaciones, una de ellas es la tromboembolia pulmonar. Se le considera una prueba con alto valor predictivo negativo. Tiene una sensibilidad del 95%, por lo que resulta ser muy útil en la evaluación inicial de paciente con sospecha. Solo del 0.7% al 2% de los pacientes tienen tromboembolia después de un Dímero-D negativo y un bajo puntaje en la prueba clínica. De tal suerte que no son requeridos estudios de imagen en esos pacientes.

Si la prueba del Dímero-D resulta anormal en los pacientes con riesgo clínico bajo, es necesaria la evaluación por métodos de imagen. La mayoría de los investigadores del estudio PIOPED II, prefiere la angiografía pulmonar por tomografía multicorte sumado a flebotomografía de miembros inferiores.

La combinación de angiotomografía de vasos pulmonares y flebotomografía de miembros inferiores negativa resulto en una probabilidad post prueba de presentar tromboembolia pulmonar de solo 3%. La angiografía pulmonar, el doppler venoso y el ecocardiograma se consideran estudios opcionales a considerar en el contexto clínico del paciente; en caso de que el Dímero-D o la angiotomografía de vasos pulmonares resulten equivocada.

Para los pacientes con riesgo moderado por pruebas clínicas esta recomendado obtener un Dímero-D. Solo el 5% de estos pacientes presentaron tromboembolia pulmonar con un Dímero-D negativo. En caso de ser este positivo una angiografía de vasos pulmonares con flebotomografía esta indicada. En caso de encontrarse una tromboembolia de una de las ramas principales o lobares, el tratamiento esta indicado. Si la tromboembolia es solo segmentaria o subsegmentaria debe de considerarse repetir el estudio o realizar estudios de extensión como doppler venoso de miembros pélvicos o resonancia magnética. Está indicado el tratamiento con anticoagulantes mientras se espera los resultados de las pruebas.

Para los pacientes de riesgo clínico elevado esta indicada la angiografía de vasos pulmonares con flebotomografía. En el estudio PIOPED II, estos pacientes presentaron tromboembolia pulmonar en el 18% de los casos en donde la angiotomografía de vasos pulmonares con flebotomografía fue negativa. En los casos en los que se practico solo angiografía, el 40% de los casos negativos presentaron tromboembolia pulmonar. El examen de Dímero-D en estos pacientes ya no es necesario ya que un resultado negativo no excluye la presencia de tromboembolia pulmonar. Está indicado el tratamiento con anticoagulantes mientras se espera los resultados de las pruebas. En el caso de resultar negativa la angiografía de vasos pulmonares con o sin flebotomografía, estudios de extensión como el ultrasonido doppler o la resonancia magnética están recomendados.

En los casos en los que existe una reacción alérgica leve o moderada al medio de contraste intravenoso esta recomendada la premedicación, en los casos en los que se han presentado reacciones severas o existe alguna otra contraindicación para la administración de medios de contraste intravenoso como puede ser falla renal puede recurrirse a estudios auxiliares como el ultrasonido doppler o el gammagrama V/Q, o la resonancia magnética.

Cuando se presenta una paciente embarazada con riesgo para tromboembolia pulmonar debe de pedirse el examen de Dímero-D.

Si el ultrasonido doppler de miembros inferiores resulta positivo se puede iniciar el tratamiento. Existe aun discusión acerca de la dosis recibida por el feto durante un gammagrama V/Q y una angiotomografía de vasos pulmonares, su uso durante el embarazo debe de justificarse ampliamente.

Para los pacientes en estado crítico con alto riesgo para tromboembolia pulmonar, la recomendación del PIOPED II es el uso del ultrasonido transtorácico y doppler de miembros inferiores.

La sensibilidad para tromboembolia pulmonar masiva con cualquiera de estas pruebas positivas es de 97% y la el valor predictivo positivo es de 98%. Donde la dilatación de cavidades derechas o pobre función del ventrículo derecho o la presencia de trombos en el sistema venoso profundo, puede interpretarse como provocada por obstrucción de las arterias pulmonares. En caso de encontrarse positivo esta indicado el manejo en la sala de hemodinámia.

En resumen, al estratificación clínica, el Dímero-D y la angiotomografía de vasos pulmonares son los estudios de primera línea para el abordaje de pacientes con sospecha de tromboembolia pulmonar. ¹¹

1.4.10 Angiotomografía de vasos pulmonares.

La angiotomografía de vasos pulmonares combinado con la flebotomografía de miembros pélvicos se ha convertido en el estudio de primera línea para el diagnóstico de tromboembolia pulmonar. Existen ciertas ventajas en ella sobre otros estudios como pueden ser, la velocidad de adquisición, la capacidad para visibilizar las arterias subsegmentarias, el corazón y los grandes vasos. (Fig. 7 y 8). Es posible realizar mediciones que correlacionan con falla del ventrículo derecho, de forma que no solo se obtiene información acerca de la permeabilidad de las arterias pulmonares sino que puede obtenerse un panorama general del estado cardiovascular del paciente.



Figura 7 . Reconstrucción MIP de la arteria pulmonar derecha



Figura 8. Reconstrucción MIP de la arteria pulmonar izquierda

Son muchas las ventajas que tiene sobre algunos otros estudios, sin embargo, se debe tener especial cuidado con las consideraciones técnicas para obtener estudios óptimos. La sensibilidad y especificidad de la angiotomografía de vasos pulmonares ha incrementado conforme se ha mejorado la resolución espacial de los equipos (90 y 95% respectivamente). Al combinarse con flebotomografía se incrementa la sensibilidad pero la especificidad permanece constante. El valor predictivo positivo depende de la concordancia con las escalas de probabilidad clínica. En el caso de tener discordancias entre la tomografía y las escalas de probabilidad clínica, es necesario hacer estudios complementarios. ¹³

1.4.10.1 Técnica de la angiotomografía de vasos pulmonares

La técnica debe elegirse cuidadosamente dependiendo del paciente y el equipo disponible. Un tomógrafo helicoidal de un corte, con una colimación de 3mm y un avance de mesa de 5mm, es capaz de demostrar correctamente las ramas principales, las segmentarias y algunas de las subsegmentarias. Se obtiene una mejor resolución espacial con tomógrafos multicorte y colimación más fina.

Para la adquisición de una angiografía de vasos pulmonares con voxels isotrópicas, es decir, capaz de ser reconstruida en tercera dimensión, se requiere de un tomógrafo multicorte helicoidal. En estos protocolos de estudio pueden verse las arterias subsegmentarias de 6^o orden. La colimación y el pitch deben ajustarse dependiendo del paciente y las características del equipo. De ser disponible debe usarse colimación fina y reconstrucciones isotrópicas de 3 a 5mm.

La inyección del contraste debe realizarse con un bolo de 150cc de medio no iónico con un caudal de 4ml/s. seguido de un bolo de solución salina de 40 a 60cc. Otros autores proponen que un caudal de 3ml/s. Es suficiente para alcanzar una adecuada opacificación de los vasos pulmonares.

La densidad del medio de contraste influye en la adquisición del estudio. Los medios de contraste más densos tienen un índice de viscosidad mas alto, por lo que su ingreso al sistema venoso generará una presión mayor y un llenado de el ventrículo derecho mas lento; sin embargo, resultan mejores para la realización de la flebotomografía. No resulta fácil al elección de el medio de contraste adecuado para un estudio y esta debe de basarse en las condiciones de el paciente, la tolerancia de la vía de acceso vascular y el tipo de estudio a realizar.

En algunos centros se utiliza la opción de disparo automático por *bolus tracking*. La elección del método de disparo debe hacerse basándose en las condiciones del paciente, el contraste y el equipo. El disparo temprano, la pobre opacificación de los vasos pulmonares y el tránsito de el contraste a las cavidades izquierdas y la aorta; son indicadores de un estudio subóptimo. Los estudios subóptimos deben de evaluarse cuidadosamente para decidir si son diagnósticos o deben repetirse.

La dosis de radiación en los estudios de angiotomografía de vasos pulmonares debe de considerarse siempre. El incremento en la disponibilidad y en la frecuencia con la que se practican estudios radiológicos a la población en general, nos obliga a poner especial atención a la dosis de radiación que recibe cada paciente en cada estudio. La aplicación de técnicas de baja dosis

a demostrado disminuir la detección de tromboembolia pulmonar además de producir un efecto negativo en el observador al disminuir la calidad de la imagen. Por el tipo de pacientes a los que este estudio esta dirigido y las complicaciones potenciales que pueden prevenirse con un diagnostico preciso; el costo/beneficio de recibir la dosis de radiación es aceptable. Una opción aceptada es realizar solo flebotomografía de los vasos de la ingle y la región poplítea o realizar un estudio doppler venoso de miembros inferiores en su lugar. ¹⁴

Muchos factores pueden afectar la calidad de un estudio de angiotomografía de vasos pulmonares; un estudio subóptimo puede dar lugar a falsos negativos. La cantidad de contraste administrado, la respiración, los artificios de pulsación y los efectos de volumen parcial. Resulta difícil predecir cual es la técnica, el caudal y el medio de contraste ideales para cada paciente, de modo que los protocolos automáticos y los caudales de inyección altos son recomendables para la mayoría, sin embargo no son una regla.

-
- ¹ Hurst's; The Heart, Manual of Cardiology; 10th edition; McGraw-Hill; 2001; pp 385-390.
- ² Goldhaber et al; Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER); Lancet 1999;353:1386-1389.
- ³ Kasper et al; Management strategies and determinants of outcome in acute major pulmonary embolism: results of a multicenter registry; J Am Coll Cardiol 1997;30:1165-1171.
- ⁴ Harrison's 16Ed. Principios de medicina interna.
- ⁵ Benoit; Can CT Pulmonary Angiography Allow Assessment of Severity and Prognosis in Patients Presenting with Pulmonary Embolism? What the Radiologist Needs to Know. Radiographics 2006; 26:23-40
- ⁶ Stein et al; Clinical, laboratory, roentgenographic and electrocardiographic findings in patients with acute pulmonary embolism. Chest 1991; 100-598
- ⁷ Diagnostic Pathways in Acute Pulmonary Embolism: Recommendations of The PIOPED II Investigators; The American Journal of Medicine (2006) 119, 1048-1055
- ⁸ Stein et al, Clinical, laboratory, roentgenographic and electrocardiographic findings in patients with acute pulmonary embolism. Chest 1991; 100:598-603
- ⁹ Elliott et al; Chest Radiographs in Acute Pulmonary Embolism. Results From the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry Chest 2000;2118:33-38
- ¹⁰ PIOPED I JAMA 1990; 1990; 263:2753-2759
- ¹¹ Anderson; Computed tomographic pulmonary angiography vs ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism: a randomized controlled trial; JAMA, 2007;298:2743
- ¹² Stein; Diagnostic Pathways in Acute Pulmonary Embolism: Recommendations of The PIOPED II Investigators; JAMA (2006) 119, 1048-1055
- ¹³ Stein et al; Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism NEJM 2006; 354:2317-27
- ¹⁴ Mackenzie; Reduced-Dose CT: Effect on Reader Evaluation in Detection of Pulmonary Embolism AJR 2007; 189:1371-137

2. Objetivo

Comparar los datos de falla cardiaca derecha obtenidos por angiotomografía de vasos pulmonares en los pacientes positivos para tromboembolia y los casos negativos.

3. Justificación

Los cambios demográficos de los últimos tiempos han mostrado un aumento en la frecuencia con la que nos enfrentamos a padecimientos oncológicos, cardiovasculares y ortopédicos. Este tipo de padecimientos son factores de riesgo para presentar eventos de tromboembolia pulmonar.

Los pacientes con sospecha de tromboembolia pulmonar deben ser evaluados rápida y precisamente, debido a que pueden complicarse en las primeras horas de evolución. La evaluación de solo el sistema arterial pulmonar no es suficiente, debe de realizarse un análisis de la función cardiaca para establecer el pronóstico y aplicar el tratamiento más adecuado de forma oportuna.

El pronóstico de un evento obstructivo en la arteria pulmonar depende no solo de la magnitud de esta, influye también el estado del sistema cardiovascular subyacente.

La angiotomografía de vasos pulmonares permite no solo evaluar la permeabilidad del sistema arterial pulmonar, es posible obtener información de la función cardiaca. Puede establecerse, en un solo estudio, la presencia o ausencia de obstrucción de los vasos y obtenerse datos adicionales acerca de la función ventricular.

La obtención de datos de la función cardiaca en la angiotomografía de vasos pulmonares permite el establecimiento del pronóstico y el inicio de un tratamiento temprano en los casos necesarios.

Se ha establecido la correlación entre la razón de el eje corto de el ventrículo derecho sobre el eje corto de el ventrículo izquierdo (VD/VI) y la falla mecánica de el ventrículo derecho. Se han descrito otros datos de falla cardiaca derecha como son el diámetro de la cava superior y de la vena ácigos.

4. Diseño de el estudio

Estudio observacional retrospectivo.

5. Material y métodos

Se analizaron las angiotomografías de vasos pulmonares realizadas en los últimos 6 meses. El equipo es un tomógrafo SIEMENS Somatom 64 dual source. La adquisición se realizó con colimación de .6mm con algoritmo para la obtención de voxels isotrópicos y reconstrucciones en tercera dimensión. La adquisición se realizó con la modalidad de disparo automático *bolus tracking*. El medio de contraste fue no iónico de 320 a 350mg. de Iodo por ml, administrado mediante inyector automático.

Se realizó el análisis de los estudios en una consola de postproceso SIEMENS/FUJITSU, mediante el software syngo 3D.

5.1 Mediciones

Se midió el diámetro corto de los ventrículos en la vista de cuatro cámaras (fig. 9 y 10), en el diámetro máximo a la altura del plano valvular.



Figura9. Vista de cuatro cámaras. Medición de el ventrículo izquierdo.



Figura 10. Vista de cuatro cámaras medición de el ventrículo derecho.

La vena ácigos se midió a la altura de el cayado en el sitio de diámetro mayor (fig. 11). La cava superior se midió proximal a la confluencia de la vena ácigos en el lugar de diámetro mayor.

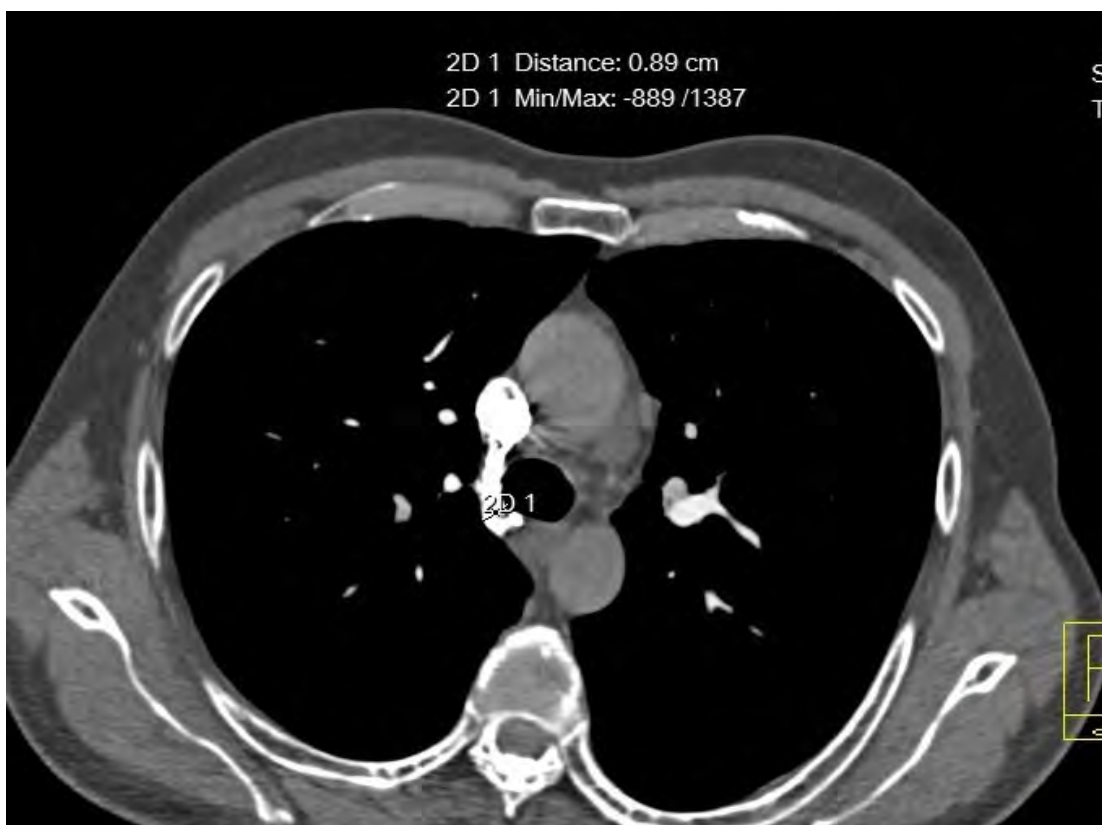


Figura. 11 Vena ácigos.

Se midió el tronco de la arteria pulmonar en su diámetro transversal (fig12). Se evaluó el número de arterias segmentarias obstruidas en el caso de estarlo. Se evaluó la presencia o no de reflujo a la cava inferior. (Fig. 13)

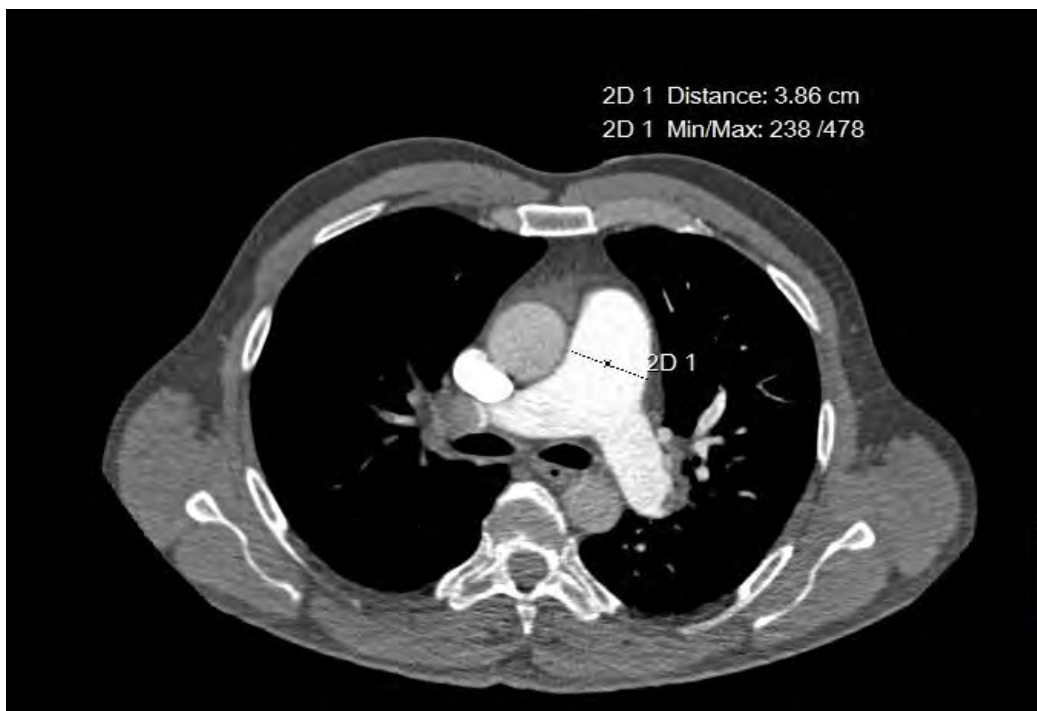


Figura 12. Medición de la arteria pulmonar



Figura 13. Reflujo de contraste a la cava inferior.

5.2 Análisis estadístico

Se calculó el porcentaje de estudios positivos. Se compararon los diferentes datos obtenidos agrupándolos por severidad, sexo, edad, número de segmentos obstruidos, índice VD/VI y diámetro de la arteria pulmonar.

6. Resultados

Se incluyeron 93 estudios en los cuales el promedio de edad fue de 57.95 años. El 33.3% fueron varones. (Gráfico 1) Resultaron positivos para tromboembolia pulmonar 23 pacientes lo que representa el 24.75% de la muestra. (Gráfico 2)

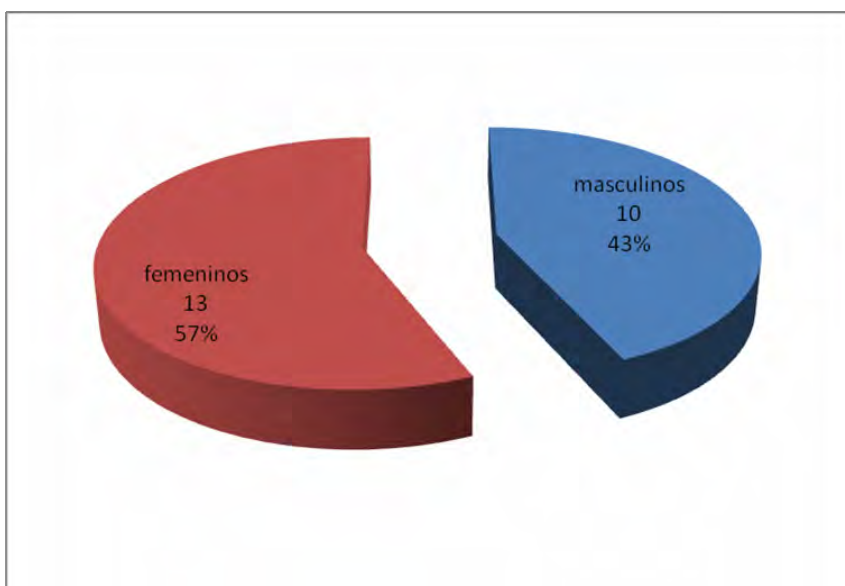


Gráfico 1 distribución por sexo.

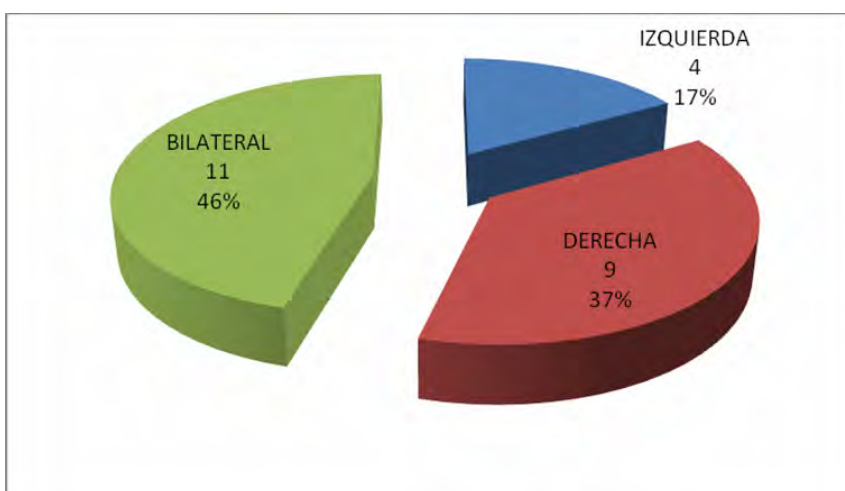


Gráfico 2. Distribución de los pacientes positivos.

De nuestros pacientes 37 presentaron una arteria pulmonar de mas de 28mm lo que equivale al 39.78%, de los cuales 25 fueron negativos para tromboembolia. De estos últimos, 8 presentaron un índice VD/VI superior a uno. En el grupo de pacientes con estudios positivos para tromboembolia pulmonar se encontró que; 17 de 23 presentaron un cayado de la ácidos mayor a 10mm (gráfico3) de los cuales 16 de ellos presentaron una razón VD/VI mayor a uno, lo que equivale al 69% de este grupo (Gráfico 4).

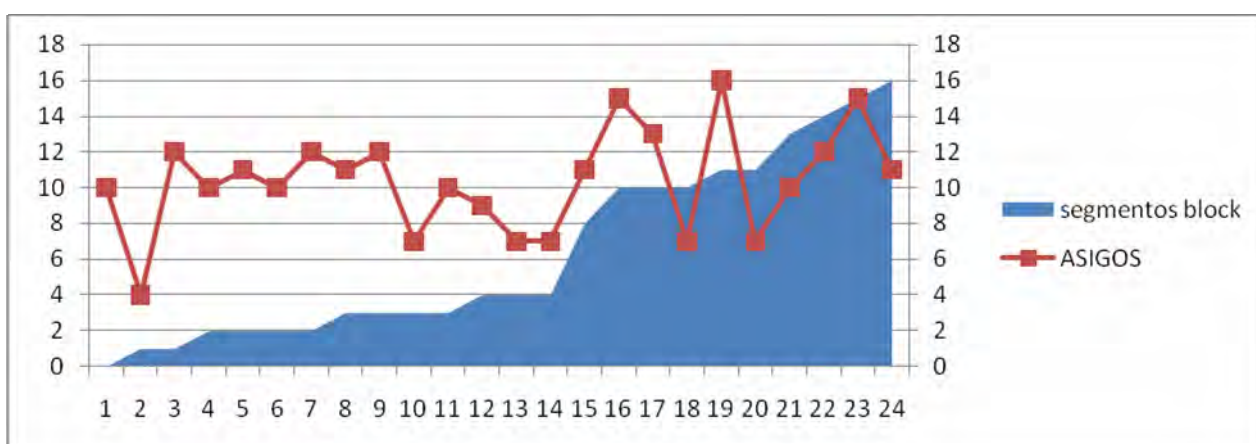


Gráfico 3: segmentos de la arteria pulmonar bloqueados vs diámetro de la vena ácidos en mm. Escala de la ácidos a la derecha. El eje X corresponde al número de segmentos bloqueados por paciente.

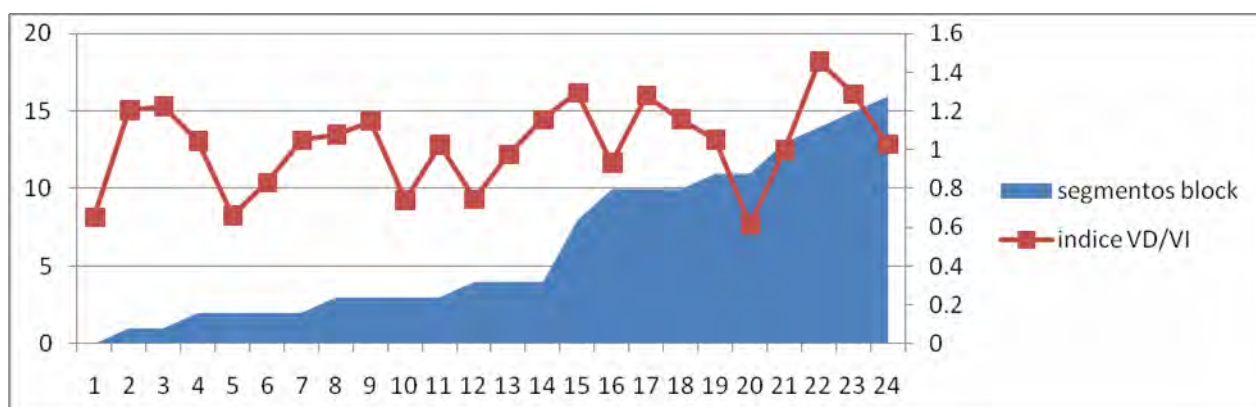


Gráfico 4: segmentos de la arteria pulmonar bloqueados vs índice VD/VI. El eje X corresponde al número de segmentos bloqueados por paciente. Escala de el índice VD/VI a la derecha.

De estos pacientes 18 presentaron una cava superior con un diámetro máximo superior a 20mm. (Grafico 6). Solo 8 de los pacientes positivos para tromboembolia presentaron una arteria pulmonar con diámetro mayor a 28mm (gráfico 5). No se encontró una relación entre el índice VD/VI y la cantidad de segmentos bloqueados.

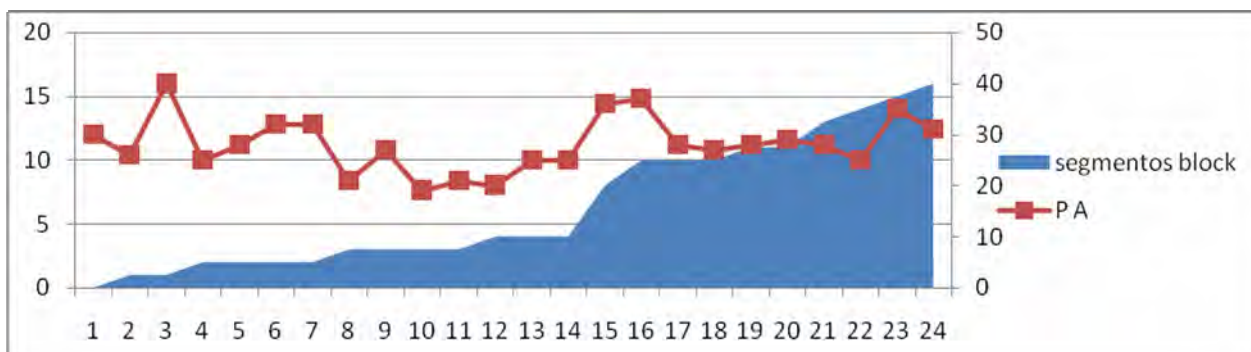


Gráfico 5: segmentos de la arteria pulmonar bloqueados vs diámetro de la arteria pulmonar en mm. El eje X corresponde al número de segmentos bloqueados por paciente. Escala del diámetro de la pulmonar a la derecha.

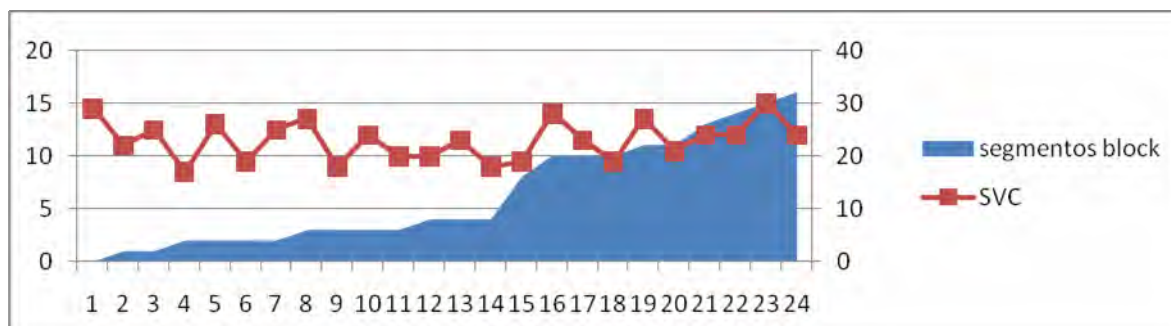


Gráfico 6: segmentos de la arteria pulmonar bloqueados vs diámetro de la cava superior en mm. El eje X corresponde al número de segmentos bloqueados por paciente. Escala del diámetro de la cava superior a la derecha.

7. Conclusiones

Los datos obtenidos muestran cierta tendencia en los pacientes positivos para tromboembolia a presentar cayados de la ácigos superiores a 10mm, encontrándose en el 73.9% de estos. De igual manera se encontró que el 69% de estos pacientes presento una relación VD/VI anormal.

No se encontró una relación entre el índice VD/VI y el número de segmentos ocluidos El reflujo a la cava inferior y el diámetro de la cava superior no mostró una relación con alguno de los datos obtenidos. Esto probablemente se debe a que el pronóstico de los pacientes positivos depende no solo de la magnitud de la obstrucción sino también del estado cardiovascular previo.

La distribución por género mostró una tendencia ligera a practicar el estudio con más frecuencia en pacientes femeninos. Los casos positivos se distribuyeron de manera similar entre pacientes femeninos y masculinos.

8. Discusión

A pesar de la profilaxis farmacológica y las medidas preventivas, la tromboembolia pulmonar continua siendo una patología frecuente que

El pronóstico del paciente con tromboembolia pulmonar depende no solo del porcentaje de el lecho vascular obstruido, depende también de el estado cardiovascular subyacente. Por lo tanto, los estudios diagnósticos requeridos desde que se tiene la sospecha clínica deben de estar dirigidos a establecer la condición en ambos aspectos. Es ampliamente difundido el uso de la ecocardiografía para medir la función mecánica del ventrículo derecho. Sin embargo, requiere de personal capacitado y de tiempo para su realización.

La capacidad de la angiotomografía de vasos pulmonares para detectar datos de falla cardíaca izquierda permite al clínico tomar decisiones terapéuticas de forma rápida y certera. Algunos de los estudios que previamente se realizaban de rutina, como el ultrasonido doppler venoso de miembros inferiores, pueden obviarse; ahorrando de este modo tiempo y acelerando el inicio del tratamiento.

La angiotomografía de vasos pulmonares es útil para evaluar no solo la presencia de obstrucción en los vasos pulmonares, sino también es útil en la obtención de datos indirectos de la función cardíaca.

9. Tablas

Signos y síntomas clínicos de DVT (tumefacción y dolor mínimos de la pierna durante la palpación de las venas profundas)	3
Signos y síntomas clínicos de DVT (tumefacción y dolor mínimos de la pierna durante la palpación de las venas profundas)	3
Frecuencia cardíaca > 100 latidos por minuto	1.5
Inmovilización o intervención quirúrgica durante las cuatro semanas previas	1.5
DVT o PE previas	1.5
Hemoptisis	1.0
Problemas malignos (bajo tratamiento, sometidos a éste durante los seis meses previos o paliativo)	1.0

Tabla1. Escala de Wells de probabilidad clínica de tromboembolia pulmonar.

numero id	SVC	ASIGOS	vd	vi	segmentos bloqueados	edad	f/m	Der / izq	P A	Refl.a cava inf	indice VD/VI
294309	29	10	28	43	0	80	f	d	30	0	0.6511628
181601	22	4	35	29	1	64	f	d	26	1	1.2068966
387590	25	12	49	40	1	74	f	d	40	1	1.225
115885	17	10	45	43	2	44	m	i	25	1	1.0465116
138478	26	11	35	53	2	93	f	d	28	1	0.6603774
326758	19	10	39	47	2	42	f	d	32	0	0.8297872
364180	25	12	42	40	2	49	m	i	32	1	1.05
85380	27	11	41	38	3	73	f	d	21	1	1.0789474
144911	18	12	31	27	3	78	m	i	27	1	1.1481481
307398	24	7	34	46	3	41	f	d	19	0	0.7391304
448056	20	10	38	37	3	41	m	b	21	1	1.027027
37338	20	9	32	43	4	22	f	i	20	1	0.744186
469683	23	7	40	41	4	56	F	d	25	0	0.9756098
473003	18	7	37	32	4	32	m	d	25	1	1.15625
460525	19	11	35	27	8	88	m	b	36	1	1.2962963
358268	28	15	42	45	10	62	m	b	37	0	0.9333333
447906	23	13	41	32	10	75	f	b	28	1	1.28125
470439	19	7	29	25	10	86	f	b	27	0	1.16
458040	27	16	39	37	11	76	f	b	28	0	1.0540541
464484	21	7	30	49	11	56	m	b	29	1	0.6122449
442075	24	10	40	40	13	85	f	b	28	1	1
455110	24	12	54	37	14	41	m	b	25	0	1.4594595
467909	30	15	49	38	15	54	m	b	35	1	1.2894737
464566	24	11	37	36	16	49	f	b	31	1	1.0277778

Tabla 2. Datos de los pacientes positivos para Tromboembolia pulmonar.

numero id	SVC	ASIGOS	vd	vi	edad	f/m	P A	cava inf ref	indice VD/VI
29604	17	8	27	31	54	f	22	1	0.87096774
181601	22	4	35	29	64	f	26	1	1.20689655
95231	19	8	23	31	94	M	34	1	0.74193548
103772	21	11	33	47	53	f	21	1	0.70212766
104478	26	10	32	39	75	f	25	0	0.82051282
104849	25	10	36	38	65	m	22	0	0.94736842
105151	30	12	42	40	61	f	30	1	1.05
387590	25	12	49	40	74	f	40	1	1.225
115885	17	10	45	43	44	m	25	1	1.04651163
144377	22	8	35	31	79	m	26	0	1.12903226
138478	26	11	35	53	93	f	28	1	0.66037736
145235	23	11	41	43	49	f	32	0	0.95348837
152541	14	9	20	22	72	f	31	1	0.90909091
156065	22	6	30	49	36	f	24	0	0.6122449
159655	27	10	62	32	68	m	47	2	1.9375
160135	27	12	46	42	69	f	30	2	1.0952381
164011	18	8	29	46	36	f	23	0	0.63043478
164979	21	9	35	46	73	f	29	0	0.76086957
171577	20	13	25	27	81	f	34	2	0.92592593
326758	19	10	39	47	42	f	32	0	0.82978723
192248	19	12	34	41	78	f	25	1	0.82926829
195106	16	6	29	27	75	f	19	0	1.07407407
198148	21	10	32	45	54	f	23	1	0.71111111
198209	25	7	41	45	78	f	35	0	0.91111111
199629	19	9	31	40	41	f	22	1	0.775
232112	20	9	41	42	60	f	21	1	0.97619048
238520	18	7	42	45	28	m	25	0	0.93333333
253874	25	10	46	46	92	m	36	0	1
255980	21	9	33	65	62	f	38	1	0.50769231
262847	25	12	57	35	54	m	32	1	1.62857143
263884	19	6	32	34	37	f	20	0	0.94117647
280621	20	8	37	47	50	f	19	2	0.78723404
281601	23	9	36	43	42	f	19	0	0.8372093
198148	21	10	32	45	54	f	23	1	0.71111111
287879	21	8	36	36	57	m	23	1	1
364180	25	12	42	40	49	m	32	1	1.05
299054	15	6	23	29	53	m	23	0	0.79310345
301230	21	11	45	28	63	m	34	1	1.60714286
301386	20	9	43	27	91	f	34	2	1.59259259
85380	27	11	41	38	73	f	21	1	1.07894737
311621	26	10	43	37	63	f	22	1	1.16216216
313611	17	9	26	34	67	m	24	0	0.76470588
144911	18	12	31	27	78	m	27	1	1.14814815
338681	16	10	35	50	50	f	18	0	0.7
307398	24	7	34	46	41	f	19	0	0.73913043

448056	20	10	38	37	41	m	21	1	1.02702703
369938	18	10	30	40	33	f	21	0	0.75
37338	20	9	32	43	22	f	20	1	0.74418605
388681	21	6	37	48	50	f	16	0	0.77083333
388896	20	9	35	37	57	f	28	0	0.94594595
393151	20	9	47	48	40	f	27	0	0.97916667
409473	19	8	30	48	50	f	34	1	0.625
420655	21	7	38	33	64	f	23	1	1.15151515
430169	25	13	34	44	69	m	38	1	0.77272727
433992	23	7	22	40	29	f	25	1	0.55
438807	25	9	24	35	50	f	28	0	0.68571429
439683	30	10	33	36	55	f	29	1	0.91666667
440160	19	9	43	42	67	m	28	0	1.02380952
469683	23	7	40	41	56	F	25	0	0.97560976
443187	17	5	28	32	42	f	21	1	0.875
446042	19	6	25	27	64	f	20	1	0.92592593
446896	22	7	36	33	34	f	23	1	1.09090909
473003	18	7	37	32	32	m	25	1	1.15625
460525	19	11	35	27	88	m	36	1	1.2962963
449883	20	10	28	39	81	f	26	1	0.71794872
450160	23	13	49	51	74	f	38	2	0.96078431
450607	25	10	48	44	68	m	33	1	1.09090909
452302	21	8	37	40	30	f	20	0	0.925
358268	28	15	42	45	62	m	37	0	0.93333333
447906	23	13	41	32	75	f	28	1	1.28125
470439	19	7	29	25	86	f	27	0	1.16
461422	23	12	46	53	69	m	32	0	0.86792453
461715	26	7	31	37	77	f	26	1	0.83783784
462475	20	7	35	49	55	m	17	0	0.71428571
458040	27	16	39	37	76	f	28	0	1.05405405
464484	21	7	30	49	56	m	29	1	0.6122449
466278	23	12	21	35	50	f	27	1	0.6
467231	18	8	40	36	49	M	23	0	1.11111111
467294	24	9	30	38	27	f	24	0	0.78947368
467471	17	3	17	32	29	f	15	2	0.53125
467658	19	12	43	43	59	m	25	1	1
442075	24	10	40	40	85	f	28	1	1
468010	22	9	35	58	67	f	22	0	0.60344828
468889	19	8	35	34	53	m	30	0	1.02941176
469244	22	8	44	46	38	f	27	1	0.95652174
455110	24	12	54	37	41	m	25	0	1.45945946
470210	24	8	43	39	73	f	32	1	1.1025641
467909	30	15	49	38	54	m	35	1	1.28947368
471014	23	9	25	42	29	m	25	0	0.5952381
472131	19	9	22	29	62	f	23	1	0.75862069
464566	24	11	37	36	49	f	31	1	1.02777778
475774	22	9	42	50	41	m	24	0	0.84

Tabla 3. Datos de los pacientes negativos para tromboembolia.

10. Referencias

1. Hurst's; The Heart, Manual of Cardiology; 10th edition; McGraw-Hill; 2001; pp 385-390.
2. Goldhaber et al; Acute pulmonary embolism: clinical outcomes in the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry (ICOPER); Lancet 1999;353:1386-1389.
3. Kasper et al; Management strategies and determinants of outcome in acute major pulmonary embolism: results of a multicenter registry; J Am Coll Cardiol 1997;30:1165-1171.
4. Harrison's 16Ed. Principios de medicina interna.
5. Benoit; Can CT Pulmonary Angiography Allow Assessment of Severity and Prognosis in Patients Presenting with Pulmonary Embolism? What the Radiologist Needs to Know. Radiographics 2006; 26:23-40
6. Stein et al; Clinical, laboratory, roentgenographic and electrocardiographic findings in patients with acute pulmonary embolism. Chest 1991; 100-598
7. Diagnostic Pathways in Acute Pulmonary Embolism: Recommendations of The PIOPED II Investigators; The American Journal of Medicine (2006) 119, 1048-1055
8. Stein et al, Clinical, laboratory, roentgenographic and electrocardiographic findings in patients with acute pulmonary embolism. Chest 1991; 100:598-603
9. Elliott et al; Chest Radiographs in Acute Pulmonary Embolism. Results From the International Cooperative Pulmonary Embolism Registry Chest 2000;2118:33-38
10. PIOPED I JAMA 1990; 1990; 263:2753-2759
11. Anderson; Computed tomographic pulmonary angiography vs ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism: a randomized controlled trial; JAMA, 2007;298:2743
12. Stein; Diagnostic Pathways in Acute Pulmonary Embolism: Recommendations of The PIOPED II Investigators; JAMA (2006) 119, 1048-1055
13. Stein et al; Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism NEJM 2006; 354:2317-27
14. Mackenzie; Reduced-Dose CT: Effect on Reader Evaluation in Detection of Pulmonary Embolism AJR 2007; 189:1371-137