



LÍNEAS B DE KERLEY O “COLAS DE COMETA” DE LA ECOGRAFÍA
PULMONAR Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS CLÍNICOS,
RADIOLÓGICOS Y ECOCARDIOGRÁFICOS EN LOS PACIENTES CON
INSUFICIENCIA CARDIACA CONGESTIVA.

TUTOR: Dr. Flavio Salvaggio

AUTOR: Dr. Roberto Cepeda B.

TITULO A OBTENER: Especialista en Cardiología

FACULTAD: Medicina y Ciencias de la Salud

AGOSTO- 2018

BUENOS AIRES- ARGENTINA

Contenido

Resumen	4
Abreviaturas	5
Introducción	6
Marco teórico	9
La Insuficiencia Cardíaca	9
La congestión pulmonar en la Insuficiencia Cardíaca:	9
El Síndrome Alveolo Intersticial:	12
Diagnóstico de Insuficiencia Cardíaca y de congestión pulmonar.....	13
a) Diagnóstico radiológico:	15
LA ECOGRAFÍA PULMONAR	17
Principios básicos:	17
Cola de cometa, líneas B de Kerley o “lung rocket”	19
Signos ecográficos del síndrome intersticial (SI):	20
El comienzo del uso de la ecografía pulmonar para el diagnóstico de síndrome intersticial.	22
Otros signos ecográficos presentes en la insuficiencia cardíaca descompensada.	26
Técnica de la ecografía pulmonar	28
Sistema de conteo de las líneas B y punto de corte para el síndrome intersticial.....	30
Ecocardiografía y la Medición de la FEY	32

Justificación.....	34
Objetivos	35
Objetivo General	35
Objetivos específicos.....	35
Material y Métodos	35
Tipo y diseño de estudio.....	35
Universo y muestra.....	36
Criterios de Inclusión y Exclusión	36
Inclusión	36
Exclusión	36
Variables.....	37
Gestión de datos y Estadística	37
Resultados	39
Discusión.....	43
Conclusiones	46
Revisión Bibliográfica	47
Anexos.....	52
Anexo A.....	52

Resumen

Objetivos: Determinar la asociación y correlación entre las Líneas B de Kerley de la ecografía pulmonar con los parámetros clínicos, radiológicos y ecocardiográficos en los pacientes con Insuficiencia Cardíaca Congestiva.

Método y Resultados: En busca de colas de cometa pulmonar, se realizó ecografía pulmonar en 22 pacientes con diagnóstico de ICC ingresados en la Unidad Coronaria; por ecocardiograma se calculó la FE del VI y el diámetro de la Vena Cava Inferior. El 73% (16) fueron varones, la edad media fue 65 ± 16.6 años. Del total de pacientes el 59% (13) dieron positivo para Síndrome Intersticial (SI) y en el 41% (9) negativo. Se observó un mayor porcentaje de pacientes en CF III (NYHA) de los cuales la mayoría presentó “colas de cometa” (66.7% vs 33.3%), La DPN apareció en el 50% de los pacientes y se relacionó con el SI (81.8% vs 18.2%), ($p = 0.04$). Hubo asociación entre el SI con el ICT >0.5 (78.6% vs 21.4%) ($p = 0.01$) y con la Redistribución Vascular (84.6% vs 15.4%) ($p = 0.003$). La Correlación entre la FEY y el número de cometas fue inversa, con un $r = -0.565$, ($p < 0.05$), coeficiente de determinación $R = 0.31$. Entre el número de cometas y el diámetro de la vena cava hubo una correlación positiva, $r = 0.239$ ($p = 0.3$).

Conclusiones: La presencia del Síndrome intersticial en los pacientes con IC se asoció significativamente a DPN, ICT >0.5 y Redistribución Vascular. Las “colas de cometa” se correlacionaron de forma inversa y significativa con la Fracción de Eyección del VI. No se encontró correlación estadísticamente significativa con el diámetro de la vena cava.

Palabras Clave: Insuficiencia Cardíaca, Síndrome Intersticial, Cometas Pulmonares.

Abreviaturas

BNP: Péptido Natriurético Cerebral

DM: Diabetes Mellitus

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

FEY: Fracción de Eyección

HTA: Hipertensión Arterial

IAM: Infarto agudo de miocardio

IC: Insuficiencia Cardiaca

ICC: Insuficiencia Cardiaca Congestiva

ICT: Índice Cardio-Torácico

NYHA: New York Heart Association

NT-proBNP: Pro-péptido natriurético de tipo B N-terminal

PN: Péptido Natriuretico

RMN: Resonancia Magnética Nuclear

Rx: Radiografía

SI: Síndrome Intersticial

TAC: Tomografía Axial Computarizada

VI: Ventrículo Izquierdo

y cols.: y colaboradores.

Introducción

Históricamente la ecografía pulmonar no se usaba debido a la creencia errónea de que la presencia de aire originaría artefactos que dificultarían la evaluación del pulmón, Ang y Andrus (2012), se empezó a utilizar en los servicios de urgencias y de terapia intensiva. Es una técnica inocua que se puede hacer en menos de 3 minutos, al pie de cama del enfermo y es de gran utilidad. Esta prueba permite distinguir a los pacientes con disnea debido a un síndrome intersticial (por insuficiencia cardíaca, distrés respiratoria etc.) de los pacientes con disnea de otro origen (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumotórax etc.). Anderson, Jenq, Fields, Panebianco y Dean (2013).

En el año 1997 se publicó el artículo *The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome*, en el que por primera vez se plantea que, si bien no es posible visualizar directamente el pulmón con la ecografía, sí es posible relacionar la presencia de determinados artefactos con determinadas patologías, se describen las colas de cometa como indicativos de síndrome intersticial, Lichtenstein, Meziere, Biderman, Gepner y Barre (1997).

Frassi et al. en el 2007 demuestra que el número de líneas B se relaciona de forma directa con el grado de disfunción diastólica, lo que a su vez es un importante factor pronóstico en la insuficiencia cardíaca crónica. También se relaciona con un grado mayor de la clase funcional (NYHA) y de forma inversa con la fracción de eyección, Frassi et al. (2007).

Lichtenstein en 2015, fue el primero en proponer un algoritmo incluyendo el uso de la ecografía pulmonar para el diagnóstico y tratamiento del paciente en shock. El protocolo FALLS (Fluid Administration Limited by Lung Sonography).

Un trabajo publicado en el 2015 llamado *Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED*, en el que participaron más de 1000 paciente, describe una sensibilidad de la ecografía pulmonar para diagnosticar insuficiencia cardíaca

descompensada del 90,5%, y una especificidad el 93,5%, frente al 69,5 y 80,1% respectivos de la radiografía de tórax. Compara también la sensibilidad y especificidad del diagnóstico clínico y de laboratorio (NT-proBNP) con el diagnóstico ecográfico, obteniéndose los mejores resultados con éste último, sobre todo si se combina con el diagnóstico de presunción clínico, situación en que la sensibilidad y especificidad aumentan al 97 y 97,4% respectivamente, Pivetta et al. (2015).

Con el uso del ultrasonido se puede visualizar, diagnosticar y cuantificar semicuantitativamente el edema pulmonar además de instaurar y guiar una terapéutica, antes que otras técnicas tradicionales. Recientemente en el 2013, Tesuo Kamiyama correlacionó un score de las “colas de cometas” pulmonar con los niveles plasmáticos de Pro BNP; en pacientes con sospecha de falla de bomba, encontrando una correlación positiva ($r=0,68$), Kamiyam, Nishioka y Tomaya (2013); Colmeneroa, García, Navarrete y López (2010). En un estudio presentado en los últimos años, la presencia de “colas de cometa” en la ecografía pulmonar alcanzaron una sensibilidad del 100% y una especificidad del 95% en el diagnóstico de falla de cardiaca, Prosen, Klemen, Strnad y Grmek (2011).

Augier en el 2015 en su trabajo llamado *Presencia de colas de cometas pulmonares y su relación con parámetros ecocardiograficos de función sistólica y diastólica ventricular izquierda* demuestra la correlación inversa entre las colas de cometas y la Fey por lo que el ultrasonido pulmonar, podría ser una primera línea en los servicios de emergencias, para el diagnóstico, valoración de la congestión pulmonar y seguimiento en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca, Cardinale, Massimiliano, Moretti y Volpicelli (2014); Wilson (2014). Recientes publicaciones posicionaron a la ecografía pulmonar como una herramienta útil en las terapias intensivas y emergencias, y se han descrito patrones ultrasonograficos específicos, Esper Carrillo J y Carrillo L (2011). Cianciulli en el 2016 destaca un método simple para la evaluación de pacientes con edema pulmonar, que permite un diagnóstico

diferencial de su posible mecanismo y contribuye a la intervención terapéutica de guía y control. El objetivo de este trabajo es describir la asociación de la ecografía pulmonar con los parámetros clínicos y radiológicos en los pacientes con Insuficiencia Cardíaca Congestiva (ICC) y si existe correlación con determinados criterios ecocardiográficos como son la FEV y el diámetro de la vena cava.

Marco teórico

La Insuficiencia Cardiaca

La insuficiencia cardiaca es un síndrome clínico en el que existe una alteración cardiaca, ya sea estructural o funcional, que tiene como consecuencia una incapacidad del corazón para bombear eficazmente la sangre al resto del organismo (insuficiencia cardiaca con fracción de eyección disminuida) o bien, una alteración de la relajación del miocardio con presiones diastólicas elevadas (insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada) Sociedad Europea de Cardiología (2016). En ambos casos, pueden aparecer síntomas respiratorios como la disnea, ortopnea e incluso insuficiencia respiratoria debido a un edema agudo de pulmón. Estas manifestaciones clínicas son debidas a la congestión pulmonar, que es precisamente lo que la ecografía torácica nos permite detectar.

La congestión pulmonar en la Insuficiencia Cardiaca:

La insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada se caracteriza por la presencia de disfunción diastólica, condición en la cual, para mantener el gasto cardiaco normal, la presión de llenado del ventrículo izquierdo se encuentra elevada. La hipertensión arterial crónica es la causa más frecuente de disfunción diastólica. La hipertensión arterial estimula la hipertrofia del miocardio aumentando el grosor parietal del mismo. Además, factores humorales como el aumento de la angiotensina II, también se han relacionado con hipertrofia miocárdica y un incremento de fibras colágenas, con la consecuente reducción en la distensibilidad del ventrículo izquierdo, García (2003), Ronco y Maisel (2010).

Inicialmente, existen mecanismos de compensación para lograr mantener el gasto cardiaco a pesar del aumento de presión de llenado del ventrículo izquierdo. De este modo, aumenta el llenado ventricular a expensas de la contracción auricular (llamado onda A), reduciéndose el

llenado ventricular temprano (llamado onda E), resultando así un cociente E/A menor de 1, que en la ecografía cardiaca recibe el nombre de patrón de relajación lenta.

Si la disfunción diastólica progresa y la distensibilidad del ventrículo izquierdo sigue reduciéndose, llega un momento en el que la contractilidad auricular es inefectiva, debido a que parte del volumen de eyección auricular en lugar de ir hacia el ventrículo izquierdo, va en dirección retrógrada hacia las venas pulmonares, al tener éstas una presión menor y carecer de válvulas que impidan el flujo retrógrado, García (2003).

Así, al no vaciarse correctamente el volumen de eyección auricular hacia el ventrículo izquierdo, progresivamente se incrementa la presión en las venas y capilares pulmonares. Cuando la presión capilar pulmonar aumenta hasta 12-18 milímetros de mercurio, comienza a extravasarse líquido desde la luz capilar hacia el espacio intersticial Picano et al. (2006); y si la presión sigue aumentado, el líquido pasará también desde el espacio intersticial (edema intersticial) hacia el interior del alveolo (edema alveolar), lo que impide una correcta oxigenación de la sangre en los pulmones, con la posterior aparición del cuadro clínico denominado edema pulmonar, Ricci et al. (2014).

La insuficiencia cardiaca con fracción de eyección disminuida suele ser debida a isquemia miocárdica y no a hipertensión arterial. En cualquier caso, las consecuencias hemodinámicas son similares en ambos tipos de insuficiencia, produciéndose también un fracaso en mantener el gasto cardiaco y apareciendo congestión pulmonar.

Cuando disminuye la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, se activa el sistema nervioso simpático para provocar un aumento de la frecuencia cardiaca y de la vasoconstricción, este último a su vez deriva en una disminución de la perfusión renal, lo que activa al sistema renina angiotensina-aldosterona, que estimula la retención de agua y sodio y la vasoconstricción, Foy (2007), Kataoka y Takada (2000). Esta respuesta neurohormonal,

que puede ser útil en un cuadro agudo de hipotensión arterial; tiene a largo plazo efectos deletéreos sobre la función cardíaca, dado que aumentan los niveles circulantes de catecolaminas, que producen fibrosis de los cardiomiocitos García (2003); y la retención de agua y sodio, con lo que aumenta aún más la congestión pulmonar Castellanos, Lobo y González (2007).

Los péptidos natriuréticos, que se sintetizan en la aurícula y ventrículo en respuesta a la dilatación o aumento de presión en las cámaras cardíacas, provocan vasodilatación y natriuresis, intentando contrarrestar los efectos nocivos del sistema renina angiotensina aldosterona y de las catecolaminas. Sin embargo, este mecanismo no siempre es tan eficaz como debiera, pues los pacientes con insuficiencia cardíaca crónica presentan una respuesta disminuida a los péptidos natriuréticos, debido a la regulación negativa de los receptores en el riñón y al aumento de la enzima neprilisina, que es la encargada de inactivar a los péptidos natriuréticos. El fármaco de reciente introducción, el sacubitril es un inhibidor de la neprilisina que ha demostrado reducir la mortalidad y los ingresos por insuficiencia cardíaca en pacientes con fracción de eyección reducida, y que se está estudiando en aquéllos con fracción de eyección preservada, Jhund y McMurray (2016).

Tratar de establecer una frontera entre los mecanismos que llevan a la descompensación en la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada y disminuida es artificial, Braunwald (1991). La mayoría de los pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección disminuida, presentan además disfunción diastólica; y se detectan alteraciones sutiles de la contractilidad en gran parte de los pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada.

En las últimas guías clínicas del año 2016 de la European Society of Cardiology, se distinguen tres tipos de insuficiencia cardíaca:

- Insuficiencia cardiaca con fracción de eyección disminuida: menor del 40%.
- Insuficiencia cardiaca con fracción de eyección intermedia: entre el 40 y 49%.
- Insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada: mayor o igual al 50%.

El Síndrome Alveolo Intersticial:

Se denomina síndrome alveolo intersticial a la condición patológica en la que el líquido intersticial de los pulmones aumenta de forma difusa, pudiendo también afectar a los alveolos, Cardinale (2014).

Representa un gran número de entidades heterogéneas con compromiso difuso del intersticio pulmonar y deterioro de la capacidad de intercambio gaseoso alvéolo-capilar, las cuales conducen en mayor o menor medida al fallo respiratorio severo. Tales condiciones pueden presentarse de manera aguda o crónica. Dentro de ellas podemos destacar algunas entidades que se caracterizan por presentar un *patrón intersticial difuso*:

- ❖ Edema pulmonar no-cardiogénico: es un edema causado por alteración en la permeabilidad; por ejemplo, el SDRA y síndromes inflamatorios asociados a procesos infecciosos
- ❖ Edema pulmonar cardiogénico: es un edema causado por falla ventricular izquierda y/o por sobrecarga de volumen.
- ❖ Neumonía intersticial o neumonitis
- ❖ Enfermedades intersticiales difusas del parénquima pulmonar
- ❖ Por otra parte, podemos encontrar síndromes con un *patrón intersticial focal* en las siguientes entidades:
 - ❖ Neumonía y neumonitis
 - ❖ Atelectasias

- ❖ Contusión pulmonar
- ❖ Infarto pulmonar
- ❖ Enfermedad pleural
- ❖ Neoplasias

En la insuficiencia cardiaca, como se ha mencionado anteriormente aparece congestión pulmonar con extravasación de líquido desde la luz del capilar pulmonar hacia el espacio intersticial y en particular hacia los septos interlobulares, Cardinale (2014), dando lugar al síndrome intersticial. Si la congestión avanza hasta su fase final, se filtra también líquido hacia los alveolos, provocando un síndrome alveolo-intersticial. No es posible ver directamente el líquido intersticial en las pruebas de imagen, pero sí es posible ver datos, directos o indirectos, de engrosamiento de los septos interlobulares, que a fin de cuentas lo que traduce es la presencia de síndrome intersticial.

Se llama síndrome alveolo intersticial ecográfico al patrón típico de artefactos visibles en la ecografía pulmonar cuando existe un síndrome intersticial, sea cual sea el origen del mismo Colmenero, García, Navarrete y López (2010), Soldati, Giunta, Sher, Melosi y Dini (2011).

El síndrome alveolo intersticial no es diagnóstico exclusivo de la insuficiencia cardiaca por lo que es preciso interpretar la prueba de imagen en un contexto clínico adecuado, ya que una descompensación de insuficiencia cardiaca y una fibrosis pulmonar idiopática pueden presentar una ecografía pulmonar idéntica.

Diagnóstico de Insuficiencia Cardiaca y de congestión pulmonar.

El diagnóstico clásico de insuficiencia cardiaca está definido por la presencia de los criterios de Framingham, considerando que para diagnosticar a un paciente de insuficiencia

cardíaca congestiva, es preciso que presente al menos dos criterios mayores o un criterio mayor y dos menores Ho, Pinsky, Kannel y Levy (1993). **Tabla 1.**

Tabla 1. Criterios de Framingham.

Mayores	Menores
Disnea paroxística nocturna u ortopnea	Edema maleolar
Ingurgitación Yugular	Tos nocturna
Crepitantes	Disnea de esfuerzo
Cardiomegalia	Hepatomegalia
Edema Agudo del Pulmón	Derrame Pleural
Galope con tercer ruido	Disminución de la capacidad vital
Reflujo hepatoyugular	Taquicardia (más de 120 latidos/minutos)
Presión venosa central elevada	
Pérdida de más de 4.5 Kg de peso en	5 días tras tratamiento diurético

(La pérdida de peso se considera criterio mayor o menor. Se considera presión venosa central elevada si supera los 16 cm de agua.)

Fuente: Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J. 2014. Harrison principios de medicina interna. McGraw-Hill. Vol 2. 18a ed. México.

Ninguno de los signos mencionados previamente es patognomónico de insuficiencia cardíaca. Con frecuencia los pacientes con esta enfermedad presentan comorbilidades como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica que puede dificultar el diagnóstico diferencial de un cuadro de disnea. Además ningún dato de sobrecarga hídrica en la exploración física (como el edema periférico, la ingurgitación yugular o los crepitantes pulmonares) es

especialmente sensible y en todos ellos la variabilidad inter observador es considerable, Kataoka y Takada (2000), Badgett, Lucey y Mulrow (1997).

Hoy en día disponemos de varias herramientas diagnósticas que nos ayudan a valorar la presencia de insuficiencia cardiaca descompensada, como son la radiografía de tórax, las pruebas de laboratorio, la ecografía pulmonar, etc.:

a) Diagnóstico radiológico:

La radiografía simple de tórax resulta útil, sobre todo para descartar causas de disnea diferentes a la insuficiencia cardiaca, como puede ser una neumonía; siendo su valor más limitado a la hora de confirmar el diagnóstico de descompensación y menor aún en la insuficiencia cardiaca crónica estable, donde con frecuencia la radiografía de tórax es normal, Ricci et al. (2014).

La radiografía de tórax es poco sensible en el diagnóstico de descompensación (sensibilidad entre el 50-68% en diferentes estudios), con una especificidad algo mayor (76-83%), Cardinale (2014).

Alteraciones en la radiografía de tórax sugestivas de insuficiencia cardiaca descompensada:

✓ Líneas A y B de Kerley:

1. Son la imagen radiológica correspondiente a un engrosamiento septal interlobular, motivo por el que se llaman también líneas septales.

2. Son opacidades lineales perpendiculares y en contacto con la superficie lateral de la pleura. Se llaman líneas B de Kerley cuando se ven cerca de las bases pulmonares y líneas A de Kerley si se sitúan en los lóbulos superiores.

3. No son patognomónicas de insuficiencia cardiaca descompensada, pudiendo verse en cualquier afectación intersticial pulmonar Hansell et al. (2008).

- ✓ Derrame pleural.
- ✓ Redistribución vascular hacia los lóbulos pulmonares superiores.
- ✓ Engrosamiento hilar.
- ✓ En caso de edema alveolar, pueden observarse opacidades parenquimatosas simétricas bilaterales en “alas de mariposa”.
- ✓ Cardiomegalia.

La tomografía computarizada no se suele usar en el diagnóstico de insuficiencia cardiaca debido a su elevado coste y radiación. No obstante, en caso de realizarse hay algunos signos sugestivos de síndrome intersticial, como el engrosamiento septal y las opacidades en vidrio deslustrado, Cardinale (2014).

b) Diagnóstico de laboratorio

Si bien no hay ningún parámetro analítico que confirme o descarte por completo la insuficiencia cardiaca, los péptidos natriuréticos han supuesto un avance importante en este sentido.

Se conocen tres tipos de péptidos natriuréticos: el péptido natriurético cerebral (BNP), el péptido natriurético atrial (ANP) y el péptido natriurético tipo C.

No existe consenso acerca del límite de normalidad de los péptidos natriuréticos. Además, diferentes condiciones pueden provocar niveles anormalmente altos o bajos de los mismos.

Al día de hoy, los péptidos natriuréticos ya están incluidos en el algoritmo diagnóstico de insuficiencia cardiaca recomendado por la Sociedad Europea de Cardiología, que propone:

- ❖ No usar los péptidos natriuréticos para confirmar el diagnóstico de insuficiencia cardíaca, sino para descartarla.
- ❖ Límite superior de normalidad en paciente estable: BNP < 35 picogramos por mililitro (pg/mL), NT-proBNP < 125 pg/mL.
- ❖ Límite superior de la normalidad en paciente con disnea aguda: BNP < 100 y NT-proBNP < 300 pg/mL.

Aunque los límites considerados normales son iguales para la insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada y disminuida, normalmente los pacientes con fracción preservada presentan niveles más bajos de péptidos natriuréticos.

C) Diagnóstico ecográfico

En los últimos 20 años, el interés por la ecografía pulmonar ha ido creciendo, siendo amplia la bibliografía que avala el uso de los ultrasonidos para diagnosticar la presencia de síndrome intersticial y de este modo, la insuficiencia cardíaca descompensada en el contexto clínico adecuado, Anderson et al. (2013), Lichtenstein et al. (1997).

LA ECOGRAFÍA PULMONAR

Principios básicos:

En un principio se pensó que el ultrasonido no era útil para el estudio del pulmón, sobre la base del principio ultrasonográfico de que el aire refleja las ondas sonoras actuando como una barrera biológica Harrinson (2001). En 1986, Rantanen describió la utilidad del ultrasonido para la evaluación pleuro pulmonar en caballos, y posteriormente Wernecke lo introdujo en la práctica clínica

La imagen ecográfica no es otra cosa que la visualización en una pantalla de los ecos reflejados. Cuando se reflejan gran cantidad de ultrasonidos se ve una imagen

hiperecogénica, mientras que cuando los ultrasonidos son capaces de atravesar bien las estructuras (como ocurre con los líquidos), no se reflejan y la imagen en el monitor será anecogénica, Ricci et al. (2014).

Cuando el haz de ultrasonidos se dirige hacia el tórax, la onda acústica llega en primer lugar a la pleura y después al pulmón, cuyo contenido principal es aire. La interfase entre la pleura y el pulmón tiene una diferencia de impedancia acústica muy alta, y por tanto muy ecogénica, lo cual origina una imagen que se denomina artefacto de reverberación, Ricci et al. (2014)

Los artefactos ecográficos son imágenes que aparecen en ecografía y que no corresponden a estructuras biológicas existentes. Son producidas por fenómenos físicos que tienen lugar durante la generación de las imágenes y, por tanto, artificiales o artefactuales.

Las reverberaciones son artefactos que se producen cuando el haz ultrasónico incide sobre una interfase que separa dos medios de muy diferente impedancia acústica y por lo tanto muy ecogénica. Son típicas de las interfases que separan un sólido ecogénico de un gas, como las paredes de algunas partes del tubo digestivo y el gas que contienen, Fernández, Tojo y Canora (2015).

Como hemos mencionado anteriormente, la interacción del haz de ultrasonido con las estructuras torácicas y el parénquima pulmonar genera artefactos; dichos artefactos son imágenes que no se corresponden con ninguna estructura fácilmente reconocible, sino que se producen por parte de la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfaces de los tejidos con distinta impedancia acústica.

En ecografía pulmonar los artefactos más importantes se visualizan como una serie de líneas horizontales o verticales, por lo que es necesario conocer qué representan y en qué entidades las podemos encontrar. Pero a su vez, hay que saber diferenciarlas entre sí para

evitar errores de interpretación, ya que estas líneas se deben principalmente a artefactos de reverberación que se producen cuando la señal de ultrasonido se refleja de forma repetida entre interfaces altamente reflectoras que están cerca del transductor.

En el año 1997 Lichtenstein y colaboradores publicaron el artículo *The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome*, en el que por primera vez se plantea que, si bien no es posible visualizar directamente el pulmón con la ecografía, sí es posible relacionar la presencia de determinados artefactos con determinadas patologías. En este estudio se describen los artefactos en cola de cometa como indicativos de síndrome intersticial, Lichtenstein, Meziere, Biderman, Gepner y Barre (1997).

Cola de cometa, líneas B de Kerley o “lung rocket”.

La ecografía de un pulmón sano se caracteriza por la presencia de líneas horizontales paralelas llamadas líneas A. Estas líneas corresponden a la reverberación del eco en la pleura, Ricciet al. (2014). Los septos interlobulares normales son tan finos que no interfieren en el paso de los ultrasonidos, Lichtenstein et al. (1997).

Cuando los septos están engrosados, como ocurre en el síndrome intersticial, la diferencia de impedancia acústica entre éstos y el aire que los rodea aumenta, lo que provoca que el ultrasonido, al igual que ocurre en la formación del artefacto de reverberación explicado más arriba, quede rebotando de un lado a otro entre los septos engrosados de muy alta impedancia y el transductor. Esto genera múltiples líneas hiperecogénicas muy próximas entre sí, dando lugar a una imagen en forma de haz vertical o rayo, denominada artefacto en cola de cometa o líneas B, Lichtenstein (2015).

Para identificar correctamente las líneas B con el ecógrafo, éstas deben cumplir los siguientes criterios:

- ❖ Tener forma de cola de cometa, bien definida, como un láser.
- ❖ Ser hiperecogénicas como la pleura.
- ❖ Partir siempre desde la línea pleural y atravesar toda la pantalla.
- ❖ Moverse de forma sincrónica con el deslizamiento del pulmón.
- ❖ Ocultar las líneas A.

Se llama cola de cometa a la presencia de tres líneas B juntas entre dos arcos costales, lo que se corresponde con el número de septos interlobulares subpleurales localizados entre dos costillas, Lichtenstein (2015). También son conocidos como equivalentes ecográficos de las líneas B de Kerley, Ricci et al. (2014).

Los septos engrosados son demasiado finos como para poder verse directamente con la ecografía, pero se puede deducir su presencia gracias a los artefactos que provocan, Lichtenstein (1997). Así es como la ecografía pulmonar permite diagnosticar el síndrome intersticial.

Múltiples estudios correlacionan la visualización de líneas B en la ecografía con la presencia de síndrome intersticial demostrado con otras pruebas de imagen, como la radiografía de tórax y la tomografía computarizada. Las líneas B ecográficas son un equivalente de las líneas B de Kerley de las radiografías y del engrosamiento septal y las opacidades en vidrio deslustrado en la tomografía.

Signos ecográficos del síndrome intersticial (SI):

La descripción del síndrome intersticial consistente en un *patrón ecográfico con múltiples líneas B bilaterales*, no deja de estar sujeta a interpretaciones variadas, estableciéndose un sistema de puntuación cuantificable de forma objetiva. Se ha intentado reducir al mínimo las dudas sobre a partir de cuántas líneas B hablamos de *múltiples*, Ang y Andrus (2012). Sí está

globalmente aceptado que deben identificarse al menos tres líneas B en un espacio intercostal para que el hallazgo sea relevante y que las líneas B deben ser visibles en ambos hemitórax para ser sugestivas de síndrome intersticial de origen cardiaco.

En todos los estudios se hacen ecografías longitudinales de las regiones anterior y lateral del tórax, pero el número de espacios intercostales examinados varía enormemente de unos trabajos a otros, desde 4 hasta más de 20. Como ejemplo, en el estudio de Lichtenstein y colaboradores publicado en *Chest* el año 2009, *A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill*, se afirma que para el diagnóstico diferencial de la disnea aguda, es suficiente con evaluar 4 áreas: anterosuperior y antero inferior de cada pulmón.

En este estudio, se definía el síndrome intersticial ecográfico como la presencia de tres o más líneas B en al menos un área de cada hemitórax, Lichtenstein et al. (2009). En el polo opuesto, se encuentra el artículo de Jambrik y colaboradores del 2004, *Usefulness of ultrasound lung comets as a non radiologic sign of extravascular lung water*, en el que se examinan 28 puntos, 16 en el lado derecho y 12 en el izquierdo, Jambrik et al. (2004).

En definitiva, no se ha llegado todavía a un acuerdo sobre cómo realizar la ecografía pulmonar, Ang y Andrus (2012). No obstante, la técnica más utilizada es la descrita en el BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protocol en la revista *Chest* del 2008, que consiste en examinar las áreas anterior, lateral y posterior de cada hemitórax con una sonda cónvex, Lichtenstein (2015).

Al no haber consenso sobre el mejor método para realizar la ecografía, tampoco lo hay sobre cuál es el punto de corte óptimo para clasificar una ecografía pulmonar como positiva o negativa para síndrome intersticial, Anderson et al. (2013). No es lo mismo presentar líneas B en solo una región pulmonar si se han examinado un total de dos zonas, que si se han

examinado diez, pues naturalmente en el segundo caso las líneas B son mucho menos relevantes que en el primero. Es decir, no hay acuerdo ni sobre cuántas áreas examinar con ultrasonidos ni sobre en cuántas áreas pulmonares deben visualizarse líneas B para afirmar que la prueba es diagnóstica de síndrome intersticial ecográfico.

Además, la forma de contar las líneas B varía de unos estudios a otros, y en muchos ni siquiera se describe cómo se hace el conteo: ¿se identifican las líneas B en un instante o se cuentan todas las líneas vistas durante un ciclo respiratorio?, cuando se ven varias líneas B muy próximas, ocupando todo el espacio intercostal, ¿cómo se cuantifican?

En cualquier caso, existe una buena correlación entre los resultados obtenidos con diferentes sistemas de medida y clasificación, por lo que la tendencia actual es la de realizar la ecografía que demande menos tiempo (examinar 6 áreas pulmonares en lugar de 28 si de las dos maneras se va a llegar a la misma conclusión).

Se ha descrito un algoritmo diseñado para programar a un ordenador para que sea éste el que realice un conteo objetivo del número de líneas B, Brattain, Telfer, Liteplo y Noble (2013). A día de hoy, el uso de esta tecnología no se ha extendido, en parte porque requiere grabar en vídeo todas las ecografías y transferirlas posteriormente al ordenador, lo que retrasa la obtención de resultados.

El comienzo del uso de la ecografía pulmonar para el diagnóstico de síndrome intersticial.

La ecografía pulmonar se empezó a utilizar en los servicios de Urgencias y de Medicina Intensiva para el diagnóstico diferencial de la disnea aguda. En esta situación, una técnica inocua, que se puede hacer en menos de 3 minutos, a pie de cama del enfermo, es de gran utilidad.

Esta prueba permite distinguir a los pacientes con disnea debido a un síndrome intersticial (por insuficiencia cardíaca, distrés respiratorio...) de los pacientes con disnea de otro origen (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumotórax...), resultando muy conveniente para la toma de decisiones terapéuticas en el momento agudo Anderson, Jenq, Fields, Panebianco y Dean (2013).

Estas ventajas llevaron al desarrollo de algoritmos diagnósticos basados en la ecografía pulmonar para diferenciar las etiologías más frecuentes de disnea aguda. El más importante es el BLUE protocol que, en función de los patrones ecográficos, permite diferenciar el edema agudo de pulmón, del broncoespasmo, el tromboembolismo pulmonar, la neumonía y el neumotórax. En concreto la sensibilidad para diagnosticar el edema agudo de pulmón es del 97%, con una especificidad del 95%, un valor predictivo positivo del 87% y un valor predictivo negativo del 99% Lichtenstein (2015).

Así mismo, cabe destacar el trabajo de Pivetta y colaboradores publicado en 2015 *Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED*, en el que participaron más de 1000 pacientes y que describe una sensibilidad de la ecografía pulmonar para diagnosticar insuficiencia cardíaca descompensada del 90,5%, y una especificidad el 93,5%, frente al 69,5 y 80,1% respectivos de la radiografía de tórax. Compara también la sensibilidad y especificidad del diagnóstico clínico (signos y síntomas) y de laboratorio (midiendo el NT-proBNP) con el diagnóstico ecográfico, obteniéndose los mejores resultados con éste último, sobre todo si se combina con el diagnóstico de presunción clínico, situación en la que sensibilidad y especificidad aumentan al 97 y 97,4% respectivamente. Otro punto interesante de este trabajo es que el diagnóstico se realiza explorando tan solo 4 áreas pulmonares en cada hemitórax: antero-superior, antero-inferior y lateral para visualizar líneas B y posterior para detectar derrame pleural, lo que hace que su implementación sea muy rápida, Pivetta et al. (2015).

Identificar de forma precoz el síndrome intersticial, no solo es útil para el diagnóstico inicial de insuficiencia cardiaca; sino también en otras situaciones:

- Sirve para valorar la respuesta a diuréticos en el tratamiento de la insuficiencia cardiaca. Las líneas B son un reflejo de la cantidad de agua extravascular presente en los pulmones, y disminuyen rápidamente con la eliminación de líquido, Cardinale (2014). Así, si se realiza una ecografía inicial al paciente y otra horas después de haber administrado el diurético, es posible monitorizar la eficacia del mismo, valorando si las líneas B han disminuido o no y ajustando el tratamiento en función de los hallazgos, Ricci et al. (2014). Aquí los ultrasonidos presentan una clara ventaja frente a la radiografía de tórax, pues esta última puede demorar varios días en presentar cambios, a pesar de que el tratamiento haya sido eficaz; observándose la mejoría clínica antes que la radiológica, Cardinale (2014).

- Sirve para ajustar la fluido terapia según la situación hemodinámica del paciente. Al administrar sueroterapia, existe el riesgo de que el paciente desarrolle un edema agudo de pulmón, el exceso de líquido se acumula primero en el intersticio, que no está implicado en el intercambio gaseoso, por lo que el síndrome intersticial es visible con la ecografía, aun siendo asintomático. Si continúa aumentando el líquido extravascular, éste pasa del intersticio al interior de los alveolos, que es donde tiene lugar el intercambio de oxígeno, con lo que aparece hipoxia, disnea y en definitiva el edema agudo de pulmón. Si se realizan ecografías seriadas según se va administrando la sueroterapia se puede detectar el síndrome intersticial de forma precoz y corregir la situación hemodinámica del paciente Lichtenstein (2012). Cuando la ecografía pulmonar pasa de presentar un patrón con predominio de líneas A a un predominio de líneas B, hay que revisar el aporte de fluidos. Varios estudios han relacionado la presencia de líneas B con una presión de enclavamiento capilar pulmonar aumentada, Ricci et al. (2014), Lichtenstein (2009).

Con respecto a esto, el protocolo FALLS (Fluid Administration Limited by Lung Sonography), publicado por Lichtenstein en 2015, fue el primero en proponer un algoritmo incluyendo el uso de la ecografía pulmonar para el diagnóstico y tratamiento del paciente en shock, Lichtenstein (2015).

- El número de líneas B se relaciona de forma directa con el grado de disfunción diastólica, lo que a su vez es un importante factor pronóstico en la insuficiencia cardíaca crónica. También se relaciona con un grado mayor de NYHA (clase funcional de la New York Heart Association) y de forma inversa con la fracción de eyección, Frassi et al. (2007).

De este modo, la ultrasonografía pulmonar, además de ser una herramienta diagnóstica, es útil para realizar cambios en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca y en la reposición de fluidos.

Hay que recordar que la presencia de un patrón de líneas B es diagnóstica de síndrome intersticial, pero que éste puede ser debido a insuficiencia cardíaca o a otras afecciones intersticiales como la fibrosis pulmonar o la linfangitis carcinomatosa. Por lo tanto es muy importante interpretar los resultados de la ecografía en el contexto clínico adecuado.

Dado que los falsos positivos son debidos a patologías poco frecuentes, en los pacientes con diagnóstico previo conocido de insuficiencia cardíaca crónica el riesgo de mal interpretación de las líneas B es bajo, Gargani et al. (2015). ya que lo más probable es que el síndrome intersticial sea debido a descompensación y no a la presencia concomitante de otra patología intersticial pulmonar.

Igualmente, se pueden explorar con la ecografía a pie de cama otros parámetros que respalden el diagnóstico de descompensación de insuficiencia cardíaca.

Otros signos ecográficos presentes en la insuficiencia cardiaca descompensada.

El síndrome intersticial no es el único hallazgo ecográfico sugestivo de insuficiencia cardiaca. El derrame pleural y la dilatación de la vena cava inferior son otros dos parámetros útiles para el diagnóstico de esta enfermedad.

Hasta un 70% de los pacientes con insuficiencia cardiaca crónica presentará derrame pleural en algún momento en la evolución de la enfermedad, Freeman (2015). La ecografía pulmonar es la mejor prueba de imagen para ver el derrame. Se estima que con ultrasonidos es posible detectar derrame pleural a partir de unos 20 mililitros de líquido, mientras que para observar una obliteración de los senos costo diafragmáticos en la radiografía de tórax ha de haber al menos 200 mililitros de líquido pleural, Porcel (2016). Además, aunque no existe una correlación absoluta entre la apariencia ecográfica y los resultados de una toracocentesis, las características ecográficas permiten en ocasiones distinguir si el derrame es un trasudado o un exudado. En el caso de la insuficiencia cardiaca descompensada, el derrame suele ser un trasudado, que en la ecografía se ve como un espacio anecogénico entre el diafragma y el pulmón. Los exudados son ecogénicos, pueden estar o no tabicados y presentar células o fibrina flotando en su interior, Liccardo (2016).

En un meta-análisis que incluía 12 estudios y 1554 pacientes en los que el derrame pleural fue finalmente confirmado por tomografía computarizada o por cirugía, se concluyó que la ecografía tenía una sensibilidad del 94% para detectar el derrame y una especificidad del 98%, frente al 51 y 91% respectivas de la radiografía de tórax, Yousefifard et al. (2016).

La detección de derrame pleural bilateral en un paciente con disnea apoya el diagnóstico de insuficiencia cardiaca descompensada. Sin embargo, es también frecuente detectar derrame pleural bilateral en pacientes asintomáticos, en los que el derrame es un predictor

independiente de mal pronóstico, con aumento del riesgo de muerte o de reingreso por descompensación a medio plazo, Gustafsson, Alehagen y Johansson (2015).

Diámetro de la vena cava inferior: Múltiples estudios han demostrado la relación entre la presión en la aurícula derecha y el diámetro de la vena cava inferior, de forma que cuando aumenta la presión en la aurícula derecha, se dificulta el retorno venoso, dilatándose la cava inferior y apareciendo edema en miembros inferiores, hepatomegalia y otros signos de congestión sistémica. La dilatación de la vena cava inferior es por tanto un signo de hipervolemia, Saha et al. (2015).

El diámetro de la cava inferior se mide a 2 centímetros de la desembocadura de la cava en la aurícula. Debe medirse en espiración y en inspiración, para poder calcular el índice de colapso: $(\text{Diámetro venoso en espiración} - \text{diámetro en inspiración}) / \text{Diámetro en espiración}$, Asahi et al. (2016). En condiciones normales, la cava inferior se colapsa durante la inspiración debido a la presión negativa intratorácica, que impulsa el retorno venoso hacia el tórax, provocando el colapso de la cava, Arrijoja y Herrera (2015).

La dilatación y el grado de colapso de la cava inferior permiten estimar la presión venosa central con una exactitud del 80-90% Torres, García y Conthe (2012). Diversos trabajos relacionan ambas medidas, considerando que un diámetro de la cava mayor de 20 – 21 milímetros o un índice de colapso menor del 40-50% indican hipervolemia y, por tanto, descompensación de insuficiencia cardiaca, Arrijoja y Herrera (2015). Si se asume como punto de corte el diámetro de 20,5 milímetros, se obtiene una sensibilidad del 90% y una especificidad del 73% para diferenciar entre pacientes con insuficiencia cardiaca estable y reagudizada Besli et al. (2015).

La medida de la cava inferior no solo sirve para reafirmar el diagnóstico de insuficiencia cardiaca, sino que también ha demostrado su utilidad pronóstica. La dilatación de la cava se

relaciona de forma directa y significativa con los niveles de péptidos natriuréticos, Besli et al. (2015) y con mal pronóstico a corto plazo. En un estudio realizado en consulta ambulatoria de insuficiencia cardiaca, se observó que los pacientes que presentaban dilatación venosa el día de la consulta, aunque estuviesen asintomáticos y no presentasen otros signos de congestión, presentaban peor pronóstico en el mes siguiente, con mayor número de reingresos y de visitas a urgencias por insuficiencia cardiaca según aumentaba el diámetro de la cava: 11% de ingresos o urgencias en los pacientes con cava normal versus 36% en pacientes con cava dilatada y poco colapsable, Saha et al. (2015). Otros trabajos sugieren además que la medición de la cava es un parámetro más objetivo, fiable y con mejor correlación inter observador, que la exploración física habitual (como ejemplo, los médicos difieren hasta en un 26% de los casos a la hora de decir si un paciente tiene o no edema periférico, y en un 37% sobre si el paciente tiene o no sobrecarga de volumen), Gundersen et al. (2016).

En definitiva, la ecografía a pie de cama se puede utilizar de diferentes maneras en los pacientes con insuficiencia cardiaca, entre las que destaca la evaluación pulmonar para diagnóstico de síndrome intersticial, la evaluación pleural para ver si hay derrame y la evaluación de la cava inferior para estimar el grado de congestión sistémica.

El diagnóstico de descompensación de insuficiencia cardiaca es muy probable si en la ecografía pulmonar se observa derrame pleural, sobre todo si es bilateral, múltiples líneas B bilaterales y una vena cava inferior mayor de 2 centímetros de diámetro con un colapso inspiratorio menor del 50%, Porcel (2016), Leidi, Casella y Cogliati (2016).

Técnica de la ecografía pulmonar

El equipo de ecografía necesario para la realización de la técnica solo precisa de imagen bidimensional y en modo M, pero actualmente casi todos los equipos modernos están dotados de otras posibilidades (Doppler, color, armónicos, etc.). Más importante es la disponibilidad

de sondas multi frecuencia o de varios tipos de sonda. Las sondas de frecuencias entre 3, 5–5 MHz, utilizadas para la exploración abdominal y cardíaca, proporcionan una adecuada visualización de los planos profundos, y permiten la caracterización de las consolidaciones y el derrame pleural. Para las estructuras más superficiales, es decir, la pleura y los signos y los artefactos que se generan de ella, las sondas de frecuencia superior a 5MHz proporcionan mucha mejor resolución. Estas sodas emplean, además, para el estudio vascular, lo que nos sirve de complemento en el diagnóstico de la trombosis venosa profunda. La forma de la sonda utilizada (lineal, convexa o sectorial) también dependerá de la zona a estudiar, y será convexa si el espacio intercostal es estrecho, para evitar la interferencia acústica que producen las costillas. Los transductores sectoriales no son, en general, adecuados para el examen del espacio pleural por vía intercostal directa, ya que presenta una visión muy estrecha en los campos cercanos y el espacio pleural se identifica mal por los artefactos. En los pacientes críticos, la exploración se realiza en la posición de decúbito supino, que permite un fácil abordaje anterolateral. Varios grupos de investigadores han desarrollado una sistemática de exploración propia, a veces excesivamente prolija y compleja. Nosotros nos alineamos junto con los que establecen que son suficientes 6 áreas en cada hemitórax, y que lo dividen en 3 zonas, anterior, lateral y posterior con la línea axilar anterior y posterior como divisoria. A su vez, cada zona se divide en una superior y otra inferior según una línea horizontal que atravesaría a la unión del tercio medio con el inferior del esternón. La exploración comenzaría por la zona anterior superior y acabaría por la postero-inferior, con cortes longitudinales y transversales. El estudio de las zonas dorsales, se logra con una leve aducción del brazo ipsilateral. Aunque algunos expertos afirman que puede hacerse una exploración completa en unos 3min, en nuestra experiencia es que son necesarios hasta 5 minutos, según la complejidad de los hallazgos.

Sistema de conteo de las líneas B y punto de corte para el síndrome intersticial.

Existen varios estudios que emplean distintas técnicas y punto de cortes para el diagnóstico del síndrome intersticial en pacientes con ICC como se indica en la siguiente tabla. **Tabla 2**

Tabla 2. Estudios que emplean distintas técnicas y puntos de corte para diagnóstico de SI en pacientes con ICC.

Estudio	Técnica Ecográfica	Área examinada	Punto de corte para diagnóstico de SIE
Gargagni et al	Contaje del N° de líneas B visualizadas en cada espacio intercostal	Anterior y lateral de cada hemitórax	> 15 líneas B
Gustafsson et al	Contaje del N° de líneas B en cada área. Se consideraba positiva con ≥ 3 líneas B.	Anterior y posterior en ambos hemitórax, lateral derecho.	≥ 3 áreas con ≥ 3 líneas B cada una.
Platz et al	Contaje del N° de líneas B en cada área. Se sumó el número de líneas B y se dividió a la muestra en tercios según dicho valor	4 áreas en cada hemitórax	No establecen punto de corte. Analizan el pronóstico por tercios de línea B.
Cogliati et al	Contaje del N° de líneas B en cada área. Se sumó un punto por cada área con ≥ 3 líneas B (se	4 áreas en cada hemitórax	No establecen punto de corte. Analizan el

	obtuvo un score entre 0 y 8 puntos)		pronóstico por tercios de línea B.
Tojo et al	Contaje del N° de líneas B de cada área. Se sumó 1 punto por cada área con < de 3 líneas, 2 puntos por las de 3-5 líneas, y 3 puntos para las áreas > 5 líneas.	Anterior, lateral y posterior de ambos hemitórax.	≥ 9 puntos

Fuente: Revisión Bibliográfica.

Elaborado por: Roberto Cepeda.

El estudio de Gargani y colaboradores fue especialmente importante por ser el primero en evaluar la utilidad pronóstica de la ecografía pulmonar en el ámbito ambulatorio (aunque hay que matizar que la ecografía no fue realizada en la consulta, sino justo antes del alta de un ingreso por insuficiencia cardíaca). Destacó por el valor predictivo negativo de su punto de corte de SIE, que era casi perfecto (98,3%). En contrapartida, su especificidad era menor. Los autores destacan que en un 27% de los pacientes con líneas B abundantes, el médico no escuchó crepitantes en la exploración, Gargani et al. (2015), poniendo así de manifiesto la capacidad de la ecografía de detectar congestión pulmonar subclínica, imperceptible al diagnóstico tradicional. Quizás una desventaja de este estudio, es el gran número de espacios intercostales examinados, lo que podría retardar la realización de la técnica. En la práctica clínica habitual es imprescindible el aprovechamiento adecuado del tiempo, por lo que sería interesante analizar si se podrían obtener resultados similares examinando menos áreas.

El trabajo de Cogliati, al igual que el de Gargani fue realizado estrictamente en el ámbito de consulta, ya que las ecografías fueron efectuadas el último día de un ingreso hospitalario

por IC. Ésta puede ser una diferencia importante con respecto a nuestro estudio, en el que las ecografías se realizaron a pacientes críticos. No obstante, independientemente de algunas diferencias de método, el estudio de Cogliati mostró un riesgo aumentado de reingresos por IC y de fallecimientos por cualquier causa entre los pacientes que presentaban más líneas B (Hazard Ratio 3,62 para los pacientes con al menos un área afecta en cada hemitórax con respecto a los pacientes sin dicha afectación). Otro aspecto interesante de este artículo es que incluye una comparación de dos sistemas diferentes de conteo de las líneas B: contando las líneas B en 8 áreas pulmonares y contando las líneas B en 28 localizaciones distintas. No se encontraron diferencias entre ambos procedimientos, Cogliati et al. (2016).

Por último, el estudio de Platz destaca por su tamaño muestral, casi el doble que el de los anteriores, así como por haber encontrado diferencias de pronóstico importantes según el número de líneas B. En este trabajo, los autores no establecen un punto de corte a partir del cual el pronóstico empeora, sino que dividen a la muestra en tres grupos (de menor a mayor número de líneas B) y describen los resultados para cada uno. El tercio de pacientes con más líneas B presenta un riesgo de padecer el end-point primario (definido por ingresos por IC o muertes) 4 veces mayor que el tercio de pacientes con menos líneas B. De forma similar a lo descrito por Gargani, se vio que tan solo el 19% de los pacientes del grupo con más líneas B presentaban crepitantes en la exploración física, Platz et al. (2016).

Ecocardiografía y la Medición de la FEY

En la ecocardiografía bidimensional el método más utilizado para medir la FEY es el método de Simpson donde el volumen de cualquier cuerpo geométrico, puede calcularse si se lo divide en porciones de espesor y áreas conocidos, en el caso del VI el eje utilizado es el de base a punta. El volumen de cada porción se calcula multiplicando el área por el espesor, y luego se realiza la sumatoria para obtener el volumen total. Cuanto más angosto es el espesor

de la porción, más precisa es la determinación del volumen. Su exactitud no se ve afectada por ventrículos dilatados, asimétricos o con alteraciones de la dinámica segmentaria. Se basa en que el volumen del VI es igual a la suma de los volúmenes de diferentes discos contiguos perpendiculares al eje mayor del VI, que ocupan la cavidad ventricular completa. Los límites endocardios del VI al final de la sístole y de la diástole y su eje mayor deben trazarse manualmente. El programa del ecocardiógrafo calcula los volúmenes y la FEY. Su principal inconveniente es su dependencia de la definición del endocardio. Para su cálculo se utilizan la proyección apical de cuatro cámaras (procurando desplegar ambos ventrículos en sus máximas dimensiones) y la proyección apical de dos cámaras (que no debe incluir la aorta ni el ventrículo derecho). El segundo armónico ha aumentado la resolución del endocardio ventricular lo cual permite disminuir la variabilidad de un observador en los análisis de la FEY. Para mejorar la calidad de las imágenes puede utilizarse contraste ecocardiográfico, pues mejora la visualización del borde endocárdico, lo que lleva a una disminución de la variabilidad de un observador y entre observadores. Si se utiliza contraste en un proyecto de investigación debe hacerse en todos los pacientes porque los volúmenes obtenidos con contraste son mayores que los obtenidos sin contraste.

Justificación

La insuficiencia cardíaca es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, tiene un prevalencia ente el 1-2% de la población adulta en los países desarrollados y aumenta a más del 10% entre personas de 70 o más años de edad, ha despertado un gran interés en las últimas décadas por los altos índices de hospitalización, invalidez, mortalidad y los enormes costos que ocasiona al sistema de salud. La insuficiencia cardíaca se ha definido por la presencia de ciertos signos y síntomas o el agravamiento de las mismas, haciendo que el diagnóstico se clínico. Los signos y síntomas pueden ser difíciles de identificar e interpretar en ciertas ocasiones como en las personas obesas, ancianas o con enfermedad pulmonar crónica o simplemente no ser tan evidentes a pesar de que el paciente este congestivo. Se han desarrollado muchas pruebas complementarias, tanto de laboratorio (PN) como de Imagen (Rx de tórax, Ecocardiograma, TAC, RMN, etc.) para reforzar el diagnóstico clínico.

La Ecografía pulmonar en los últimos tiempos ha tomado gran interés como método complementario para el diagnóstico de ICC gracias a su portabilidad, fácil reproductibilidad, la ventaja de realizarse a la cabecera del paciente en un corto periodo de tiempo, aspecto importante porque evita los riesgos del traslado y sin la dosis de radiación ionizante de otros métodos, lo que la hace especialmente apropiada en pacientes con determinadas características (niños, mujeres embarazadas) y además permite la repetición de la prueba tantas veces como sean necesarias. Todo esto se traduce en disminución de costos, tiempo, mejora en el tratamiento y seguimiento del paciente, disminución del número de reingresos, dando ventajas y beneficios para el paciente, personal e Instituciones de salud. Este estudio tiene como finalidad establecer la asociación entre los hallazgos de la ecografía pulmonar con el diagnóstico clínico, radiológico y ecocardiográfico de insuficiencia cardíaca congestiva.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la asociación y correlación entre las Líneas B de Kerley o “colas de cometa” de la ecografía pulmonar con los parámetros clínicos, radiológicos y ecocardiográficos en los pacientes con Insuficiencia Cardíaca Congestiva del Hospital Universitario UAI en el periodo comprendido entre noviembre del 2017 a febrero del 2018.

Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia del síndrome intersticial de acuerdo a la presencia de las líneas B de Kerley Ecográficas en los pacientes con ICC.
- Establecer la asociación de las líneas B de Kerley con los criterios clínicos y radiológicos en los pacientes con diagnóstico de Insuficiencia Cardíaca.
- Determinar la frecuencia de la Clasificación NYHA en los pacientes con Síndrome Intersticial.
- Demostrar la correlación existente entre las Líneas B de Kerley de la ecografía pulmonar con la Fracción de Eyección y el diámetro de la Vena cava inferior del ecocardiograma.

Material y Métodos

Tipo y diseño de estudio

Se llevó a cabo un estudio de correlación, de corte transversal.

Universo y muestra

Todos los pacientes que ingresaron al servicio de Unidad Coronaria (UCO) del Hospital Universitario UAI desde el 1 de noviembre del 2017 hasta el 31 de febrero del 2018, con diagnóstico clínico de ingreso de Insuficiencia Cardíaca Congestiva.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Mayores de 18 años
- Todos los pacientes con diagnóstico clínico de Insuficiencia Cardíaca Congestiva.
- Todos los pacientes que autoricen la realización del estudio

Exclusión

- Menores de 18 años
- Pacientes ingresados en la Unidad Coronaria con diagnóstico diferente al de Insuficiencia Cardíaca
- Pacientes que se negaron a que se les realice el estudio
- Pacientes inestables, con enfermedad renal crónica avanzada o en diálisis.
- Pacientes con hepatopatías crónicas, con enfermedad pulmonar severa crónica.

Procedimiento

El ultrasonido pulmonar y el ecocardiograma se realizaron con el paciente recostado en la camilla, en decúbito dorsal y lateral. Se utilizó un equipo ecográfico que precisara de modo M, Bidimensional y doppler-color. Para la ecografía pulmonar se estableció 6 áreas, dividiendo cada hemitórax en 3 zonas, anterior, lateral y posterior, con las líneas axilar anterior y posterior como divisorias, a su vez cada zona se divide en superior e inferior por

una línea horizontal que atraviesa la unión de los dos tercios superiores con el tercio inferior del esternón, una vez determinada las áreas se procedió a exploración y búsqueda de las cometas pulmonares, que son imágenes hiperecogénicas, lineales, verticales, que inician en la pleura, atraviesan todo el espesor de la pantalla del monitor, como laser y que se mueven sincrónicamente con el pulmón en cada respiración. Posteriormente se realizó con ecocardiografía bidimensional la valoración de la Fracción de Eyección (FEY) del VI por el método de Simpson y con el modo M se midió el diámetro de la Vena Cava Inferior en inspiración y expiración. Estos resultados conjuntamente con los datos demográficos, antecedentes de riesgo cardiovasculares, clínica del paciente al ingreso (signos y síntomas), Clasificación NYHA y los hallazgos de la radiografía de tórax fueron recogidos en una ficha de *Evaluación de Pacientes con Insuficiencia Cardíaca: "Lineas B de Kerley Ecográficas"*.

Anexo A.

Variables

Independientes: Edad, peso, talla, sexo, Diabetes Mellitus 2, Tabaquismo, IAM, EPOC, HTA, Dislipemia, Obesidad, Ingurgitación yugular a 45°, Reflujo Hepato-yugular, Disnea Paroxística Nocturna (DPN), Galope con tercer ruido (R3), Crepitantes, Edema de miembros inferiores, hepatomegalia, ortopnea, disnea de esfuerzo, saciedad precoz, aumento de peso mayor a 2 kg, NYHA, Índice cardiorácico mayor a 0.5 (ICT>0.5), Líneas B de Kerley en la radiografía de tórax, Derrame pleural, FEY, Diámetro de la Vena Cava.

Dependientes: Ecografía pulmonar (positiva y negativa)

Gestión de datos y Estadística

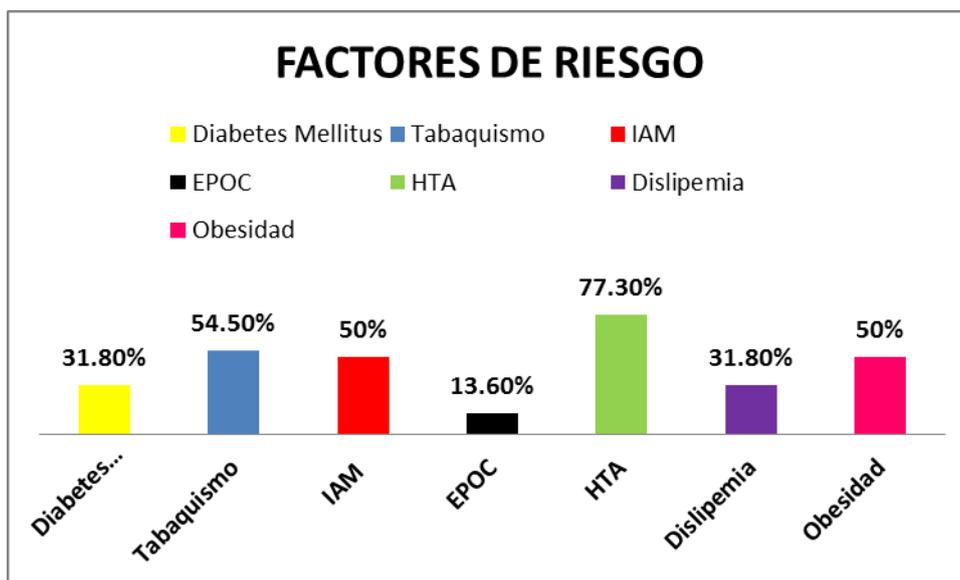
Las variables cuantitativas como la edad, peso y talla se calculó mediante medidas de tendencia central como son: la media y el desvío estándar. El género y los factores de riesgo

cardiovascular (DM tipo 2, tabaquismo, IAM, HTA, Dislipidemia, Obesidad y EPOC) por ser variables nominales se hizo el cálculo de frecuencias observadas. Se procedió a realizar el conteo de las líneas B de Kerley y se creó la variable nominal dicotómica Ecografía Pulmonar con dos categorías positiva si el recuento de líneas B de Kerley era igual o mayor a 3 en un cada hemitórax o de lo contrario negativa. Se realizó un análisis multivariado de las características clínicas de los pacientes (Criterios de Framingham) y se determinó la frecuencia global, la asociación y el riesgo de aparición de acuerdo al resultado positivo o negativo en la ecografía pulmonar a través de la prueba estadística chi cuadrado, el Odds Ratio (OR) con su correspondiente Intervalo de Confianza con un nivel de significación del 0.05 (IC95%). La variable categórica ordinal NYHA se asoció a la variable dicotómica ecografía pulmonar y se estableció la frecuencia de acuerdo al resultado positivo o negativo. Luego se estableció la correlación entre las variables cuantitativas: número de líneas B de Kerley, FEY y diámetro de la vena cava, con el cálculo del coeficiente de correlación. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 20 para los cálculos y el programa Excel para el diseño de tablas y gráficos.

Resultados

De los 22 pacientes, un 73%(16) fueron varones, la edad media fue 65 ± 16.6 años, el peso medio 90.8 ± 25 kg y la talla 1.66 ± 0.1 metros. La frecuencia de los factores de riesgo cardiovascular fue Diabetes Mellitus 31.8% (7) Tabaquismo 54.50%(12) IAM 50% (11) EPOC 13.60%(3) HTA 77.30%(17) Dislipemia 31.80%(7) Obesidad 50%(11). **Grafico 1.**

Grafico 1. Factores de Riesgo Cardiovascular



Fuente: Registro de evaluación a pacientes con IC del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

De los 22 pacientes, los que tuvieron una ecografía positiva para Síndrome Intersticial fueron el 59% (13) y negativo el 41% (9).

En relación a las características clínicas de los 22 pacientes, La DPN apareció en el 50% de los pacientes y fue el síntoma que más se relacionó con el SI (81.8% vs 18.2%), siendo estadísticamente significativo ($p = 0.04$). **Tabla 1.**

Tabla 1. Análisis multivariado de las características clínicas de los pacientes con ICC sometidos a Ecografía Pulmonar.

CACTERISTICAS CLÍNICAS DE LOS PACIENTES AL INGRESO						
Característica	Global %(n)	Ecografía Pulmonar %(n)		p	OR	IC95%
		Positiva	Negativa			
Yugular a 45°	68.2(15)	66.7(10)	33.3(5)	0.3	3	0.30-25
Reflujo Hepático	45.5(10)	70(7)	30(3)	0.3	2	0.30-19
DPN	50(11)	81.8(9)	18.2(2)	0.04*	8	0.82-96.12
R3	31.8(7)	57.1(4)	42.9(3)	0.9	1	0.10-7.78
Crepitantes	86.4(19)	63.2(12)	36.8(7)	0.3	3	0.18-117
Edema MMII	77.2(18)	61.1(11)	38.9(7)	0.6	1	0.11-21
Hepatomegalia	18.2(4)	75(3)	25(1)	0.1	5	0.39-155
Ortopnea	59.1(13)	53.8(7)	46.2(6)	0.5	1	0.06-4.65
Disnea de esfuerzo	86.4(19)	57.9(11)	42.1(8)	0.7	1	0.02-12
Saciedad precoz	13.6(3)	66.7(2)	33.3(1)	0.3	3	0.19-104
Aumento > 2 Kg	63.6(14)	71.4(10)	28.6(4)	0.1	4	0.48-41

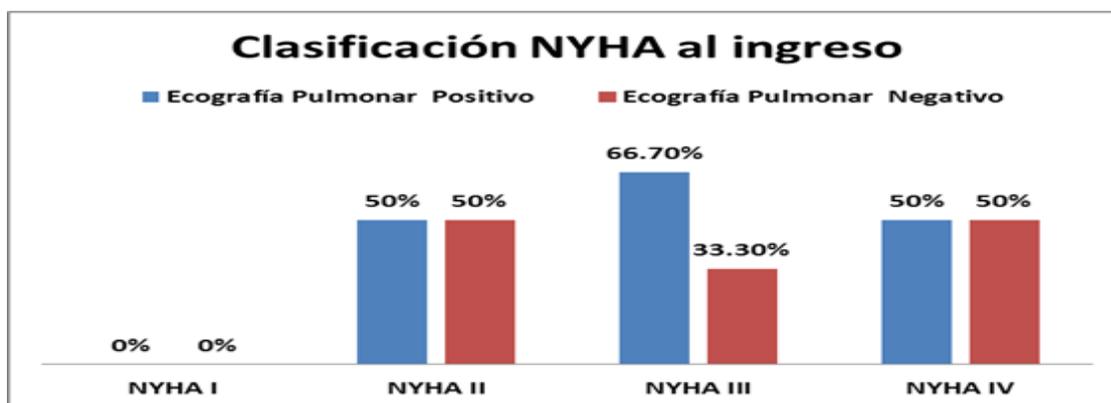
* Diferencia Significativa

Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

De los 22 pacientes el 40.9% (10) presentaron clase funcional III de la NYHA de los cuales la mayoría presento SI (66.7% vs 33.3%), en clase funcional II fueron 31.8% (6) de los cuales el 50% presento SI, las mismas frecuencias se encontró en CF IV y no se encontraron pacientes con clase funcional I, sin embargo estas relaciones no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.7$). **Gráfico 2.**

Gráfico 2. Clasificación NYHA al Ingreso



Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

En relación a los hallazgos de la radiografía de tórax al ingreso de los 22 pacientes, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el SI y el ICT >0.5 (78.6% vs 21.4%) ($p = 0.01$) y con la Redistribución Vascular (84.6% vs 15.4%) ($p = 0.003$) presentando un riesgo de aparición 11 y 19 veces más respectivamente. **Tabla 2.**

Tabla 2. Hallazgos de la Radiografía de Tórax al ingreso.

HALLAZGOS DE LA RADIOGRAFÍA DE TÓRAX AL INGRESO						
Hallazgos	Global %(n)	Ecografía Pulmonar %(n)		P	OR	IC95%
		Positivo	Negativo			
ICT >0.5	63.60(14)	78.6(11)	21.4(3)	0.01*	11	1.04-159
Redistribución vascular	59.1(13)	84.6(11)	15.4(2)	0.003*	19	1.58-386
Lineas B de Kerley (Rx)	27.3(6)	66.7(4)	33.3(2)	0.6	2	0.15-17
Derrame Pleural	18.2(4)	50(2)	50(2)	0.6	1	0.04-8.60

Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

La Correlación con mayor fuerza está presente entre la FEY y el número de cometas, esta es inversa, demostrando que a medida que disminuye la FEY, aumenta el número de cometas, con un $r = -.565$, p menor de 0.05. Además presenta un buen coeficiente de determinación $R = 0.31$. (Este coeficiente mide la fuerza de asociación). **Tabla y Gráfico 3.**

Tabla 3. Correlación de Pearson: FEY, Diámetro de la vena cava y número de cometas.

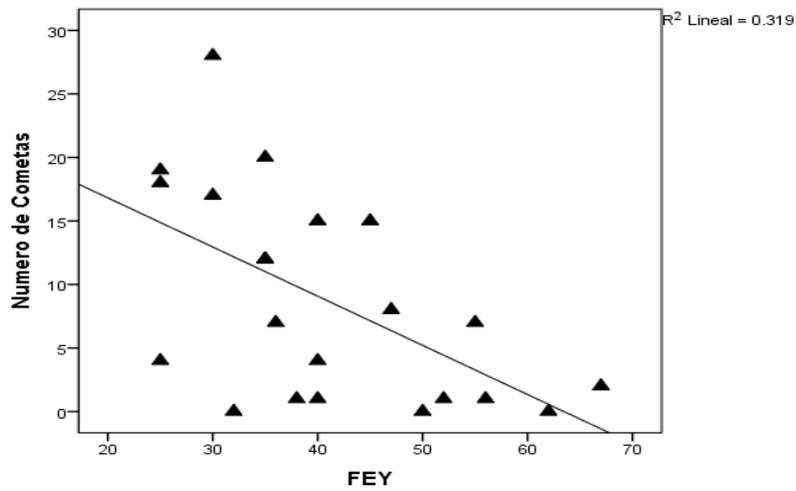
CORRELACIONES				
		Numero de Cometas	FEY	D1 DE VENA CAVA
Numero de Cometas	Correlación de Pearson	1	-.565**	.239
	Sig. (bilateral)		.006	.324
	N	22	22	19
FEY	Correlación de Pearson	-.565**	1	-.263
	Sig. (bilateral)	.006		.277
	N	22	22	19
D1 DE VENA CAVA	Correlación de Pearson	.239	-.263	1
	Sig. (bilateral)	.324	.277	
	N	22	22	22

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

Gráfico 3. Gráfico de Dispersión. Correlación entre número de cometas y FEY

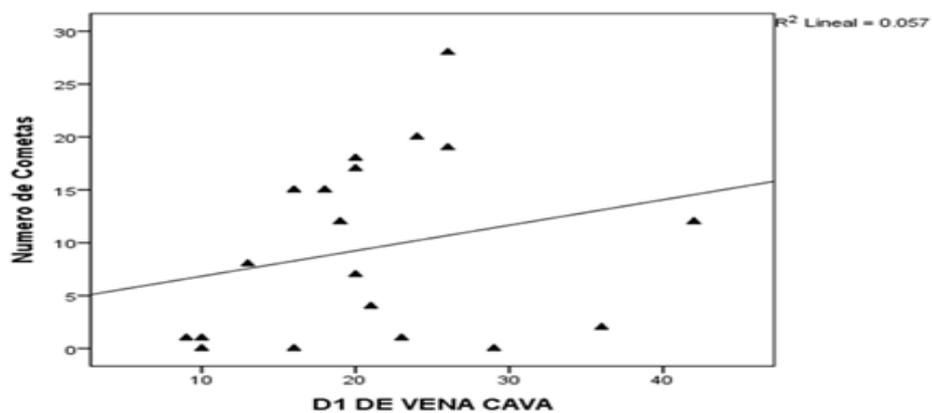


Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

La correlación que existe entre el número de cometas y el diámetro de la vena cava inferior es positiva, es decir que mientras aumenta el número de cometas aumenta el diámetro de la vena cava con un $r = 0.239$ pero no fue estadísticamente significativa ($p = 0.3$). **Tabla 3 y Grafico 4**

Gráfico 4. Gráfico de Dispersión. Correlación entre el número de cometas y el diámetro de la vena cava.



Fuente: Registro de evaluación a pacientes del Hospital Universitario UAI

Elaborado por: Roberto Cepeda

Discusión

En cuanto a las características basales de nuestros pacientes, en diferentes artículos como: CARDIOPRES, Rodríguez et al. (2007); GALICAP, Otero et al. (2007); BADAPIC, Anguita et al. (2004); Tojo (2016) el porcentaje de varones varía entre el 41 y 67 %, la edad media se sitúa entre los 66 y los 80 años, la cardiopatía isquémica afecta al 19-40% de los pacientes y el porcentaje de asma o EPOC oscila en torno al 27%. Los resultados en nuestro estudio coinciden con estas publicaciones, en un 73% de los pacientes fueron varones con edades comprendidas entre 59 y 81 años, la cardiopatía isquémica fue un 50%, no así los pacientes con EPOC que solo fueron un 14%. Otros factores de riesgo que se presentaron en nuestro grupo de pacientes fueron Diabetes Mellitus 32% (30-38% en los otros trabajos realizados) HTA 77% (frente a un 54 y 84%). Tabaquismo 55% (frente a 44 a 54%) Dislipemia 32% (27-59% en los otros estudios revisados).

Los criterios de Framingham presentan una excelente sensibilidad y valor predictivo positivo (96.4 y 97% respectivamente) pero escasa especificidad (38.7 %) para el diagnóstico de IC sistólica cuando se enfrenta su presencia o ausencia con el valor de 45 % de FEVI, obtenido mediante ecocardiografía como método de certeza, Sainz et al. (2006). Así, la ausencia de los criterios podría excluir el diagnóstico de IC sistólica (en el valor de FEVI 45%), aunque su presencia no lo confirma (gran número de falsos positivos). En nuestro estudio se realizó un análisis multivariado con los criterios de Framingham y el riesgo de presentar síndrome intersticial (signo positivo) o la ausencia (signo negativo), se encontró que la Disnea Paroxística Nocturna se asoció a la presencia de Síndrome Intersticial (82% vs 18%) con una diferencia significativa ($p=0.04$) y un riesgo de 8 veces más que el grupo que no presentó síndrome intersticial.

En nuestro estudio se encontró un mayor porcentaje de pacientes en clase funcional III de la NYHA con signo positivo en la ecografía pulmonar vs los que presentaron signo negativo (66.7% vs 33.3%), en clase funcional II y IV la frecuencia en ambos grupos de acuerdo a la ausencia o presencia del signo fue 50% para cada uno y no se encontraron pacientes con clase funcional I de la NYHA, sin embargo estas relaciones no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.7$), datos que coinciden con los presentados en el trabajo de Tojo (2016) en la que evalúa un grupo de 57 pacientes y la utilidad de la ecografía pulmonar en el seguimiento de pacientes con insuficiencia cardiaca y no coincidiendo con el trabajo de Frassi et al. en el 2007 en un estudio de 340 pacientes hospitalizados con insuficiencia cardiaca donde demostró que el número de líneas B se relaciona de forma directa con el pronóstico en la insuficiencia cardiaca crónica y también se relaciona con un grado mayor de NYHA (clase funcional de la New York Heart Association).

En la investigación de Pivetta y colaboradores publicado en 2015 *Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED*, en el que participaron más de 1000 pacientes describe una sensibilidad de la ecografía pulmonar para diagnosticar insuficiencia cardiaca descompensada del 90,5%, y una especificidad el 93,5%, frente al 69,5 y 80,1% respectivos de la radiografía de tórax. En nuestro trabajo los hallazgos radiográficos asociados a la presencia o ausencia de síndrome intersticial (signo positivo vs signo negativo) presento una relación estadísticamente significativa con el Índice cardiotorácico ($ICT > 0.5$) encontrándose un riesgo 11 veces mayor de presentar SI (79% vs 21% $p = 0.01$ OR 11 IC95% 1.04-159); también se encontró 19 veces mayor riesgo de SI en el grupo que con redistribución vascular (85% vs 15% $p = 0.003$ OR 19 IC95% 1.58-386). Jambrik en el año 2004, evaluó también la utilidad del ultrasonido pulmonar, cola de cometa, en el diagnóstico de agua extravasada a nivel del septo interlobar pulmonar. Incluyó 121 pacientes con edad media de 67 años, internados en unidad de cuidados intensivos cardiacos,

encontrando una fuerte correlación positiva entre el score de cometas y un score de agua extravasada a nivel pulmonar, obtenido por medio radiológicos. Volpicelli en el mismo año evaluó la utilidad del ultrasonido pulmonar (patrón de líneas B difusas) en pacientes del departamento de emergencia, para el diagnóstico de síndrome intersticio-alveolar. Incluyó 300 pacientes consecutivos, obtuvo una sensibilidad del 87% y especificidad del 97,7% en el reconocimiento del síndrome intersticio-alveolar radiológico. En nuestro trabajo las Líneas B de Kerley diagnosticadas por radiografía de tórax al comparar el grupo con SI y sin SI no hubo diferencias significativas (67% vs 33% $p=0.6$).

Frassi en el año 2007 presentó datos de un trabajo que incluyó 346 pacientes con una edad promedio de 68 +/- 12 años, el 57% con fracción de Eyección menor del 50%, todos pertenecientes al servicio de Cardiología y Neumonología. Su objetivo fue evaluar la relación de colas de cometas con parámetros clínicos y ecocardiograficos .(Diámetros y volúmenes de fin de sístole y diástole del ventrículo izquierdo, Fey, motilidad parietal, PSAP, diámetro de aurícula izquierda y el Ecodoppler pulsado con su respectiva evaluación del flujo a nivel de válvula mitral. Observó correlaciones significativas e inversa con Fey. ($r= 0,354$), correlación lineal, directa y significativa con PSAP, DFD y Score de Motilidad parietal. En relación con la función diastólica, observó un mayor número de colas de cometas con peor grado de disfunción diastólica (P menor de 0.001) y correlación lineal directa con el diámetro de la aurícula izquierda .También refiere una asociación significativa entre el número de cometas y la clase funcional de NYHA. Coincidiendo con nuestra investigación en la que el número de cometas se asoció a una correlación significativa e inversa con la Fey (-0.565) con un coeficiente de asociación medio ($r=0.3$). También se midió la correlación entre el diámetro de la vena cava inferior y el número de cometas que fue positiva (0.23) pero no fue significativa. Estos resultados también coinciden con los del trabajo de Augier en el 2015 que ingresa 61 pacientes con diagnóstico de falla cardiaca, y observa una correlación inversa y

significativa entre líneas B (cometas) de la ecografía pulmonar y la Fey, además correlación directa y significativa con volúmenes de fin de diástole y sístole del ventrículo izquierdo, área y volumen de aurícula izquierda, relación E/é, , estos resultados también concuerdan con resultados presentados por Frassi y Picaño correlacionando el número de colas de cometas, con función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo. Esto demuestra que con un descenso de la Fey y el aumento de los volúmenes, el número de colas cometas aumenta. También aumentan, cuando la aurícula izquierda es de mayor tamaño, más remodelada, con mayor volumen auricular.

Conclusiones

La presencia del Síndrome intersticial diagnosticado por ecografía pulmonar en los pacientes con insuficiencia cardíaca se asoció significativamente a un mayor número de eventos de disnea paroxística nocturna, y en la radiografía de tórax a una mayor presencia de signos como el ICT >0.5 y Redistribución Vascular, no se encontró diferencia con el diagnóstico de líneas B de Kerley en la radiografía.

Las “colas de cometa” diagnosticadas por medio de ecografía pulmonar se correlacionaron de forma inversa y significativa con la Fracción de Eyección de los pacientes con insuficiencia cardíaca, es decir a menor Fey aumenta el número de “colas de cometa”. No se encontró correlación estadísticamente significativa con el diámetro de la vena cava inferior. Los datos descritos, deben ser analizados detenidamente, ya que dado el tamaño de la muestra y la elección de la misma podría derivar en sesgos metodológicos.

Revisión Bibliográfica

1. Anderson KL, Fields JM, Panebianco NL, Jenq KY, Marin J, Dean AJ. 2013. Interrater reliability of quantifying pleural B-lines using multiple counting methods. *J Ultrasound Med*; 32(1):115-120.
2. Anderson KL, Jenq KY, Fields JM, Panebianco NL, Dean AJ. 2013. Diagnosing heart failure among acutely dyspneic patients with cardiac, inferior vena cava, and lung ultrasonography. *Am J Emerg Med*; 31(8):1208-1214.
3. Ang S-H, Andrus P. 2012. Lung Ultrasound in the Management of Acute Decompensated Heart Failure. *CurrCardiol Rev*; 8(2):123-136.
4. Anguita M et al. 2004. Características clínicas, tratamiento y morbimortalidad a corto plazo de pacientes con insuficiencia cardíaca controlados en consultas específicas de insuficiencia cardíaca. Resultados del Registro BADAPIC. *RevEspCardiol*; 57(12):1159-69 1
5. Arrijoja A, Herrera J. Los secretos de la vena cava inferior. 2015. Revisión contemporánea. *AvCardiol*; 35(2):120-132.
6. Asahi T, Nakata M, Higa N, Manita M, Tabata K, Shimabukuro M. 2016. Respiratory Collapse of the Inferior Vena Cava Reflects Volume Shift and Subsequent Fluid Refill in Acute Heart Failure Syndrome. *Circ J*; 80(5):1171-1177.
7. Augier G. (2015). Presencia de colas de cometas pulmonares y su relación con parámetros ecocardiográficos de función sistólica y diastólica ventricular izquierdo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional la Plata. La Plata-Argentina. Recuperada de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58511>
8. Badgett RG, Lucey CR, Mulrow CD. 1997. Can the clinical examination diagnose leftsided heart failure in adults? *JAMA*; 277(21):1712-1719.
9. Besli F, Kecebas M, Caliskan S, Dereli S, Baran I, Turker Y. 2015. The utility of inferior vena cava diameter and the degree of inspiratory collapse in patients with systolic heart failure. *Am J Emerg Med*; 33(5):653-657.
10. Blanco P, Cianciulli T. 2016. Pulmonary Edema Assessed by Ultrasound: Impact in Cardiology and Intensive Care Practice. *Echocardiography*; 33(5):778-87.
11. Brattain L, Telfer B, Liteplo A, Noble V. (2013). Automated B-line scoring on thoracic sonography. *J Ultrasound Med*; 32(12):2185-2190.

12. Braunwald E. (1991). The pathogenesis of congestive heart failure: then and now. *Medicine (Baltimore)*; 70(1):68-80.
13. Cardinale L, Massimiliano A, Moretti F, Volpicelli G. 2014. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure.. *World J Radiol* June 28; 6(6): 230-237.
14. Cardinale L. 2014. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure. *World J radiol*; 6(6):230.
15. Castellanos, R; Lobo, L, Gonzalez S. 2007. Cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, muerte súbita. Un razonamiento integrado. *Rev la Fed Argentina Cardiol*; 36(3):125-129.
16. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. 2010. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*; 34(9):620-628.
17. Esper R, Carrillo j, Carrillo L. 2011. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. *Resv. de la Asociacion Mex. De Medicina Crítica y Terapia Intensiva*. Vol. XXV, Núm. 1.
18. Foy D. 2007. Heart Failure. *J Contin Educ Nurs*; 38(5):198-199.
19. Frassi F, Gargani L, Gligorova S, Ciampi Q, Mottola G, Picano E. 2007. Clinical and echocardiographic determinants of ultrasound lung comets. *Eur J Echocardiogr*;8(6):474-479.
20. Freeman RK. 2015. Treatment options for patients with recurrent, symptomatic pleural effusions secondary to heart failure. *Curr Opin Pulm Med*; 21(4):363-367.
21. García MJ. 2003. Diagnóstico y guía terapéutica de la insuficiencia cardíaca diastólica. *Rev Española Cardiol*; 56(4):396-406.
22. Gargani L, Pang PS, Frassi F, et al. 2015. Persistent pulmonary congestion before discharge predicts rehospitalization in heart failure: a lung ultrasound study. *Cardiovasc Ultrasound*;13:40.
23. Gundersen GH, Norekval TM, Haug HH, et al. 2016. Adding point of care ultrasound to assess volume status in heart failure patients in a nurse-led outpatient clinic. A randomised study. *Heart*; 102(1):29-34.

24. Gustafsson M, Alehagen U, Johansson P. 2015. Imaging Congestion With a Pocket Ultrasound Device: Prognostic Implications in Patients With Chronic Heart Failure. *J Card Fail*; 21(7):548-554.
25. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, McLoud TC, Müller NL, Remy J. 2008. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology*; 246(3):697-722.
26. Harrison TR. Principles of Internal Medicine.2001.New York, McGraw-Hill; p 1454.
27. Ho KKL, Pinsky JL, Kannel WB, Levy D. 1993. PART II: New insights into the epidemiology and pathophysiology of Heart Failure. *Jacc*; 22(4):6A-13A.
28. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, et al. (2004).Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol*; 93(10):1265-1270.
29. Jhund PS, McMurray JJ V. 2016. The neprilysin pathway in heart failure: a review and guide on the use of sacubitril/valsartan. *Heart*: heartjnl-2014-306775.
30. Kamiyama T, Nishioka T, Tomaya K. 2013. Usefulness of Ultrasound Lung Comets Obtained by a Pocket-Sized Ultrasound Device. In Sitting Outpatients. Poster Sessions, JACC, March 12.vol 61, issue 10.
31. Kataoka H, Takada S. 2000. The role of thoracic ultrasonography for evaluation of patients with decompensated chronic heart failure. *J Am CollCardiol*; 35(6):1638-1646.
32. Leidi F, Casella F, Cogliati C. 2016. Bedside lung ultrasound in the evaluation of acute decompensated heart failure. *Intern Emerg Med*: 1-5.
33. Liccardo B, Martone F, Trambaiolo P, Severino S, Cibinel GA, D'Andrea A. 2016. Incremental value of thoracic ultrasound in intensive care units: Indications, uses, and applications. *World J Radiol*; 8(5):460.
34. Lichtenstein D A. 2012. Lung ultrasound in the critically ill. *Netherlands J Crit Care*; 16(2):43-51.
35. Lichtenstein D A. 2015. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol. *CHEST J*; 147(6):1659.
36. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. 1997. The comet-tail artefact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J RespirCrit Care Med*; 156:1640-1646.

37. Lichtenstein DA, Mezière GA, Lagoueyte JF, Biderman P, Goldstein I, Gepner A.(2009). A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest*;136(4):1014-1020.
38. M Fernández López; MC Tojo; J Canora. 2015. *Ultrasonografía Clínica. Diagnóstico Y Tratamiento Médico*, ISBN 978-84-7101-990-5. Barcelona: Marban.
39. Otero F, Grigorian L, Fransi L, Názara C, FernándezJM, Álamo A, Nieto E, et al. (2007). Estudio gallego de insuficiencia cardiaca en atención primaria (estudio GALICAP).*RevEsp Cardiol*;60:373-83 - Vol. 60 Núm.04
40. Picano E, Frassi F, Agricola E, Gligorova S, Gargani L, Mottola G. 2006. Ultrasound lung comets: A clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am SocEchocardiogr*; 19(3):356-363.
41. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, et al. 2015. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED. *CHEST J*; 148(1):202.
42. Porcel JM. 2016. Ecografía pleural para clínicos. *Rev Clínica Española*.
43. Prosen G, Klemen P, Strnad M, Grmek S. 2011. Combination of lung ultrasound (a comet-tail sign) and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in differentiating acute heart failure from chronic obstructive pulmonary disease and asthma as cause of acute dyspnea in prehospital emergency setting. *Critical Care*, 15.R 114.
44. Ricci F, Aquilani R, Radico F, et al. 2014. Role and importance of ultrasound lung comets in acute cardiac care. *Eur Hear J Acute Cardiovasc Care*.
45. Rodríguez R, Barrios A, Aznar J, Llisterri L, et al. 2007. Características clínicas de los pacientes diagnosticados de insuficiencia cardíaca crónica asistidos en Atención Primaria. Estudio CARDIOPRES. *RevClin Esp*;207(7):337-40.
46. Ronco C, Maisel A. 2010. Volume overload and cardiorenal syndromes. *Congest Hear Fail*. 2010; 16(SUPPL. 1):1-6.
47. Saha NM, Barbat JJ, Fedson S, Anderson A, Rich JD, Spencer KT. 2015. Outpatient use of focused cardiac ultrasound to assess the inferior vena cava in patients with heart failure. *Am J Cardiol*; 116(8):1224-1228
48. Sainz A, Gil V, Merino J, García M, Jordán A, Guerrero L. 2006. Validez de los criterios clínicos de Framingham para el diagnóstico de insuficiencia cardíaca sistólica. *Rev ClinEsp*; 206(10):495-8.
49. Soldati G, Giunta V, Sher S, Melosi F, Dini C. 2011. “Synthetic” Comets: A New Look at Lung Sonography. *Ultrasound Med Biol*; 37(11):1762-1770.

50. The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2016;1-85. doi:10.1002/ejhf.592.
51. Tojo M. (2016). Utilidad pronóstica de la ecografía pulmonar en el seguimiento de pacientes con insuficiencia cardíaca. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid-España. Recuperada de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025775316001792>
52. Torres J, García G, Conthe P. 2012. Ecocardiografía clínica básica en Medicina Interna. *Rev ClinEsp*; 212(3):141-146.
53. Wilson C. 2014. Lung Ultrasound monitoring during treatment for acute heart failure. Harvard Affiliated Emergency Medicine Residency Brigham and Women's Hospital Massachus General Hospital.
54. Yousefifard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, et al. 2016. Screening Performance Characteristic of Ultrasonography and Radiography in Detection of Pleural Effusion; a Meta-Analysis. *Emerg (Tehran, Iran)*; 4(1):1-10.

Anexos

Anexo A

HOSPITAL UNIVERSITARIO UAI

EVALUACION DE PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA: "LINEAS B DE KERLEY ECOGRAFICAS".

DATOS PERSONALES

FECHA:.....	DNI.....	HCL:.....	TELEFONO:.....
EDAD: ____ (años)	PESO: ____ (Kg)	TALLA: ____ (m)	SEXO: M..... F.....

ANTECEDENTES PERSONALES

DIABETES: _____	TABAQUISMO: _____	IAM: _____	EPOC: _____
HTA: _____	DISLIPIDEMIA: _____	OBESIDAD: _____	OTRO: _____ Cuál?

CLINICA DE INGRESO

TA _____		FC _____		Yugular a 45°		1/3	2/3	3/3
Reflejo H-Y	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Edema MMII	+ /4	++ /4	Disnea de esfuerzo	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
DPN	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		+++ /4	++++ /4	Saciedad precoz	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
R3	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Hepatomegalia	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Aumento de > 2Kg	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Crepitantes	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Ortopnea	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Otros: _____ Cuál?		

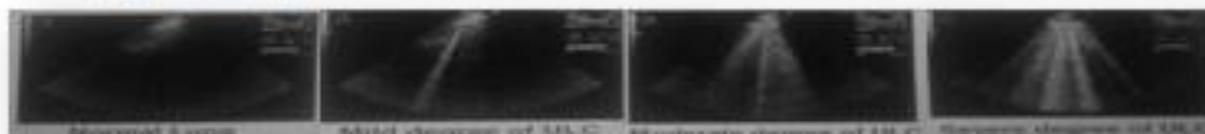
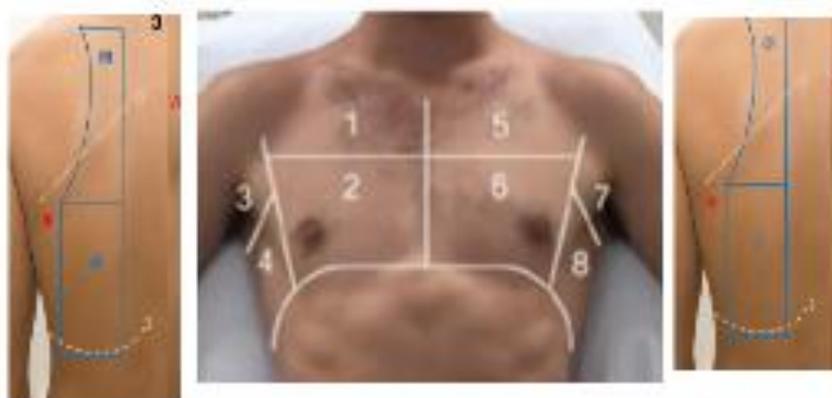
CLASE FUNCIONAL NYHA

NYHA I <input type="checkbox"/>	NYHA II <input type="checkbox"/>	NYHA III <input type="checkbox"/>	NYHA IV <input type="checkbox"/>
---------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------

RADIOGRAFIA DE TORAX EN

ICT > 0.5	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Líneas B de Kerley (Bx)	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Redistribución vascular	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Derrame Pleural	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

ECO PULMONAR,



DIAMETRO DE VENA CAVA: D1 _____ FEV DEL VI _____ %
D2 _____