



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**DIRECCION DE PRESTACIONES MÉDICAS
COORDINACION DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES 14. U.M.A.E.
CENTRO MÉDICO NACIONAL "ADOLFO RUIZ CORTINES"**

Título:

**Diagnóstico temprano de
enfisema pulmonar por
Tomografía Computada de Alta
Resolución.
Prueba diagnóstica**

Tesis que presenta para obtener el grado:

"Especialista en radiología e imagen"

Dra. Blanca María Jaime Suárez

Asesor:

Dr. Miguel Jesús Betancourt Sánchez, M. en C.

Co-asesora :

Dra. Silvia Cervantes Durand

Veracruz puerto, Febrero 2008

Resumen

Título: Diagnóstico temprano de enfisema pulmonar por Tomografía Computada de Alta Resolución (TCAR). Prueba diagnóstica

Objetivo: Determinar la sensibilidad y especificidad de la tomografía computada de alta resolución en el diagnóstico temprano de enfisema pulmonar y compararla con las pruebas de función pulmonar.

Tipo de estudio: Observacional, transversal y comparativo. Prueba diagnóstica.

Material y métodos: Se estudiaron 37 sujetos mayores de 18 años por TCAR y espirometría entre noviembre 2007 a febrero 2008. Se incluyeron sujetos con o sin sintomatología para enfisema pulmonar, con o sin exposición a tabaquismo. Se analizaron sensibilidad, especificidad, reproducibilidad, valores predictivos positivos y negativos. Las pruebas diagnósticas fueron comparadas entre sí.

Resultados: De los 37 pacientes estudiados 20 fueron mujeres y 17 hombres. La prevalencia de enfisema fue de 27% por TCAR y 14% por PFP, con un predominio para las mujeres 70% (n 8) por sobre los hombres 30% (n 4). Mayor riesgo relativo para desarrollar la enfermedad en las mujeres (RR 1.39) que en los hombres (RR 0.64). En relación a la exposición la incidencia fue mayor en pacientes fumadores (OR 0.95, RR 0.99) con un riesgo laboral agregado.

Conclusiones: La TCAR es una prueba confiable, sensible y específica para el diagnóstico temprano de enfisema pulmonar. La exposición al tabaquismo es el principal factor de riesgo para desarrollar enfisema pulmonar.

Palabras claves: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, Enfisema, Tomografía Computada de Alta Resolución, Pruebas de función pulmonar, Tabaquismo.

INDICE

1. Resumen	3
2. Introducción	4
3. Antecedentes científicos	6
4. Material y métodos	20
5. Resultados	23
6. Discusión	33
7. Conclusiones	36
8. Bibliografía	38
9. Anexos	41
10. Agradecimientos	44

Introducción

El complejo EPOC en México como en todo el mundo es un problema grave de salud pública debido a su alta prevalencia. En etapas más tardías el enfisema pulmonar como parte de este complejo se asocia a una remodelación anatómica severa y graves alteraciones funcionales que conducen en su conjunto a la muerte. El tratamiento oportuno en etapas tempranas de esta enfermedad con frecuencia detiene el proceso de daño, es importante mencionar que no existe reversibilidad de los cambios morfológicos, pero la restauración de la función pulmonar es posible, mejorando así las expectativas y calidad de vida. Por esta razón, un diagnóstico sensible y específico en etapas tempranas del enfisema pulmonar es prioritario en sujetos expuestos a factores de riesgo ya conocidos. Como en la mayoría de las patologías con cambios morfológicos el estudio histopatológico es la prueba que con mayor exactitud muestra el diagnóstico. Pero requiere de un equipo altamente entrenado para la toma de muestra por punción torácica, su procesamiento y análisis; inconvenientes que la hacen poco práctica y de riesgo alto por invasiva. Por otro lado, las pruebas de función pulmonar ofrecen una metodología no invasiva y menos onerosa; por ello en la actualidad son el método diagnóstico más utilizado en todo el mundo. Pero su capacidad de detectar a enfermos en etapas tempranas del enfisema pulmonar es reducida, sobre todo en el sujeto asintomático y con frecuencia entrega falsos negativos. La tomografía computada de alta resolución (TCAR) se define como una prueba diagnóstica no invasiva, segura por una exposición menor a 0.7 mSv, expedita y que no requiere de preparativo alguno. La literatura científica muestra que la TCAR es una prueba diagnóstica sensible y específica para las enfermedades que componen a la EPOC. Pero no hay estudios científicos comparativos de la TCAR contra las pruebas de función pulmonar que

muestren la sensibilidad y especificidad en el diagnóstico temprano del enfisema pulmonar. La TCAR es un método rápido, no invasivo y seguro en el estudio de la anatomía pulmonar en condiciones de normalidad y para el diagnóstico de enfermedad pulmonar infiltrativa aguda o crónica en etapas tempranas.

El objetivo principal de nuestro estudio fue determinar la sensibilidad y especificidad de la tomografía computada de alta resolución en el diagnóstico temprano de enfisema pulmonar y compararla con las pruebas de función pulmonar. Se estudiaron 37 sujetos con o sin antecedente de exposición a tabaquismo por medio de TCAR, calculamos la bondad de la prueba utilizando las pruebas de función pulmonar como estándar de oro y correlacionamos como un primer acercamiento al estudio de factores de riesgo la exposición a tabaquismo y tipo de trabajo con la presencia o no de enfisema pulmonar en la prueba.

La TCAR no mostró mayor sensibilidad para el diagnóstico de enfisema pulmonar comparada con las pruebas de función pulmonar, pero se observó una alta especificidad, lo que permite concluir que esta prueba diagnóstica debe ser recomendada cuando las pruebas de función pulmonar son negativas para enfisema pulmonar en sujetos con fuerte sospecha clínica y epidemiológica.

Antecedentes científicos

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) se define como un proceso patológico crónico, permanente, lentamente progresivo e irreversible en etapa tardía. Enfermedad generalizada que se caracteriza por disminución al flujo aéreo y atrapamiento de aire en la vía aérea con consecuencias sistémicas importantes. La EPOC se asocia a una respuesta inflamatoria anormal a partículas o gases nocivos, sobre todo al humo del tabaco.^{1,2,3}

La Organización Mundial de la Salud sitúa a la EPOC como un problema grave de salud mundial. En México el reporte PLATINO estima la prevalencia de la EPOC en 7.8 % en sujetos mayores de 40 años de edad de acuerdo al criterio GOLD.⁴ La prevalencia es mayor en hombres (11%) que en mujeres (5.6%) e incrementa considerablemente después de los 60 años de edad (18.4%) en comparación con sujetos menores de esta edad (4.5%). La intensidad del tabaquismo (número de paquetes de cigarrillos fumados en un año) también se relaciona con el incremento de la prevalencia de la EPOC, se eleva de 6.3% en sujetos que fuman hasta 10 paquetes/año a 15.7% en quienes fuman 10 o más paquetes/año.^{5,6} De acuerdo con los reportes del Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI) la tasa de mortalidad por la EPOC incrementa a pesar de las campañas de prevención. En el 2005, la EPOC ocupó el 5º lugar de todas las causas de muerte en mexicanos mayores de 65 años de edad.^{5,6}

Es importante conocer los antecedentes de consumo de tabaco y determinar el índice de riesgo anual que se calcula con la fórmula siguiente:

No. de paquetes año = No. de años fumando X No. de cigarrillos fumados al día

El enfisema pulmonar en la EPOC

La EPOC es el nombre genérico de un complejo que incluye a la bronquitis crónica y el enfisema pulmonar. La Sociedad Americana de Tórax define al enfisema pulmonar a partir de términos anatómicos como la dilatación anormal y permanente de los espacios aéreos distales al bronquiolo terminal con destrucción de sus paredes con fibrosis mínima; cuyo síntoma más frecuente es la disnea.^{1,7}

El acino pulmonar se define como el espacio aéreo distal al bronquiolo terminal.⁸ La localización del acino pulmonar afectado permite clasificar al enfisema pulmonar en: a) Enfisema acinar proximal o centroacinar, b) Enfisema distal acinar o paraseptal y c) Enfisema panacinar o panlobular.^{2,7,8,9} (Tabla 1)

El modelo "hipótesis elastasa-antielastasa explica la forma de destrucción que se produce en el tejido pulmonar de pacientes fumadores y consiste en un desequilibrio en la actividad de las enzimas proteolíticas y antiproteolíticas en el tejido, al producirse más neutrófilos como respuesta inflamatoria, se libera más neutrófilo-elastasa, también se inhibe la actividad de la alfa 1 antritripsina y se afecta la reparación de la elastina y colágeno del pulmón.^{2,3,6,7} Las enfermedades con obstrucción al flujo de aire y etiología conocida como asma, fibrosis quística, fibrosis debida a tuberculosis, bronquiectasias, bronquiolitis obstructiva y las neumoconiosis no se incluyen en la EPOC, tienen pocas posibilidades de reversión y se deben considerar como parte de su diagnóstico diferencial.³ La bulla o ampolla se define como el espacio aéreo mayor de 1 cm de diámetro, sin pared epitelial, que puede verse en parénquima pulmonar enfisematoso (80 %) o normal (20 %). Es una forma de enfermedad localizada y no indica necesariamente la presencia de enfisema generalizado. Se asocia con frecuencia a distintas patologías pulmonares siendo la EPOC la enfermedad más común. Si la bulla ocupa la mitad de un hemitórax se

denomina bulla gigante. Las bullas pueden verse en cualquiera de las categorías de enfisema y se clasifican por su localización en el acino, por su origen congénito o adquirido, o por ser única o múltiple (tabla 2). Los "Blebs" o vesículas son colecciones subpleurales de aire dentro de las capas de la pleura visceral por la ruptura de alvéolos, el gas liberado diseca las finas capas fibrosas de la pleura y se acumula hasta formar las burbujas o vesículas. Se ven con mayor frecuencia en los vértices pulmonares, son de origen congénito y su ruptura ocasiona neumotórax espontáneo. En general cuando las ampollas son intraparenquimatosas se las suele denominar "bullas" mientras que si son subpleurales tienden a ser llamadas "blebs". Ambas pueden ser únicas o múltiples (tabla 2).

El enfisema bulloso o enfermedad bullosa se define como el conjunto de alteraciones parenquimatosas pulmonares que cursan con la formación de una o más bullas que comprimen al resto del pulmón normal o pulmón relativamente normal. Estas bullas, casi siempre subpleurales y situadas cerca de los vértices, pueden ser la manifestación localizada de una de las cuatro formas de enfisema o pueden tener relación con viejas cicatrices tuberculosas.^{1,2,3,7,10}

Clínicamente los pacientes manifiestan historia de disnea progresiva, sobre todo al esfuerzo, en dependencia del tamaño y número de bullas y calidad del parénquima pulmonar de base. Las complicaciones pueden condicionar tos y expectoración, fiebre, hemoptisis, neumotórax, clínica de hipertensión pulmonar, cor pulmonale, entre otras.^{2,6}

Clasificación

Los distintos conceptos y clasificaciones se imbrican haciendo difícil sus delimitaciones. En los siguientes cuadros, presentamos las diversas clasificaciones para su mayor entendimiento:

Cuadro I. Clasificación clínica del pulmón sano o enfisematoso.^{2,3,7}

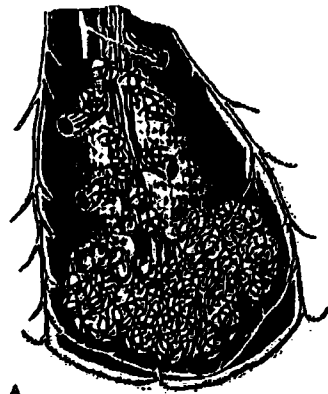
Enfisema obstructivo difuso	Por distribución: Homogéneo o Heterogéneo.
Enfisema compensatorio	No existe destrucción pulmonar. Ej. Hiperinsuflación pulmonar post resección quirúrgica o atelectasia
Enfisema unilateral	Síndrome de Sawyer-James o de McLeod. En el adulto, existen antecedentes de una importante infección en la niñez o juventud y a veces se acompaña de bronquiectasias en el pulmón comprometido. La obstrucción al flujo aéreo es debida a obliteración bronquiolar más que al enfisema. Si éste está presente, es del tipo panacinar.
Enfisema senil	Depende de la edad, no hay pérdida del tejido elástico ni destrucción del tejido pulmonar.

Cuadro II. Clasificación por localización en el ácino pulmonar.^{2,3,7}

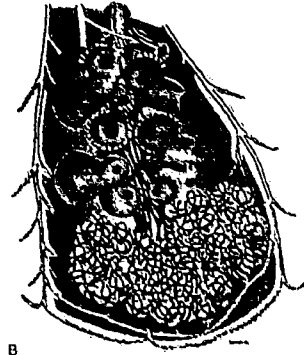
Enfisema acinar proximal o centroacinar	Porción central del acino pulmonar. Frecuente en lóbulos superiores y pacientes fumadores (ver figura 2)
Enfisema distal acinar o paraseptal	Región periférica del acino y en región subpleural. Más frecuente en la mitad superior de los pulmones. Es el responsable de muchos casos de neumotórax espontáneo de adultos jóvenes. (ver figura 3)
Enfisema panacinar o panlobular	Involucra de forma completa al acino pulmonar. Progresa irregularmente de forma más agresiva y altera la estructura del pulmón apenas reconocible originando el enfisema difuso, apreciándose igualmente en pacientes fumadores y en el déficit de alfa-1 antitripsina donde siempre es más severo en las bases. También puede verse en ancianos no fumadores. (ver figura 4)

En la siguiente serie de figuras mostramos caricaturas de cambios morfológicos esperados durante la evolución de la instalación del enfisema pulmonar:

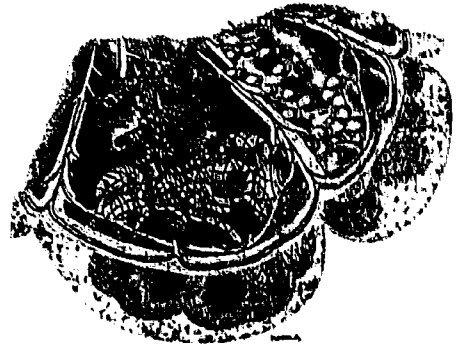
Fig. 1 Acino Pulmonar Normal



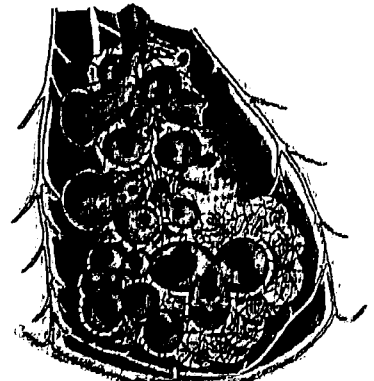
**Fig. 2 Acino Pulmonar
en paciente con
Enfisema central
acinar**



**Fig. 3 Acino Pulmonar
en paciente con
Enfisema Paraseptal**



**Fig. 4 Acino Pulmonar
en paciente con
Enfisema Panacinar**



Cuadro III. Clasificación del enfisema buloso o enfermedad bulosa.^{3, 9, 10}

Bullas congénitas		Bullas adquiridas	
Únicas	Múltiples	Únicas	Múltiples
Localizadas	Generalizadas	Localizadas	Generalizadas

Diagnóstico del enfisema pulmonar**Pruebas de función pulmonar**

El diagnóstico del enfisema pulmonar se realiza a través de pruebas de función pulmonar, procedimiento elegido por sobre el estudio histopatológico (estándar de oro) debido a no ser invasivo y reducir los riesgos inherentes a la punción torácica.⁴

La graduación de la EPOC basada sólo en la espirometría tiene sus limitaciones, siendo necesario tener en cuenta las alteraciones del intercambio gaseoso, percepción de los síntomas, capacidad de ejercicio, estado de nutrición, frecuencia de agudizaciones e ingresos hospitalarios y volumen de expectoración.^{4,5}

Los criterios utilizados para el diagnóstico del enfisema pulmonar a través de las pruebas de función pulmonar incluyen la medición del volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF_1) y la capacidad vital forzada (CVF):

Cuadro IV. Clasificación para el diagnóstico de enfisema pulmonar por espirometría.^{1,4,5,6}

Estadio	Espirometría
0 (En riesgo)	$VEF_1/CVF > 0.7$ y $VEF_1 \geq 80\%$ del valor teórico.
I (Leve)	$VEF_1 \geq 80\%$ del valor teórico
II (Moderado)	$VEF_1 < 80\%$ hasta el 50% del valor teórico
III (Grave)	VEF_1 entre el 30 y < del 50% del valor teórico
IV (Muy grave)	$VEF_1 < 30\%$ del valor teórico

Además, análisis de gases en sangre arterial para determinar afectación del intercambio gaseoso. Este estudio mide la presión alveolar de oxígeno (PAO_2), presión alveolar de dióxido de carbono ($PaCO_2$), diferencia arteria/alveolo (A/a) de la presión de O_2 (A-a DO_2), presión arterial de oxígeno (PaO_2), Índice respiratorio (RI) y saturación de oxígeno (SO_2c); que en conjunto determinan la función de la relación ventilación/perfusión (V/Q). El rango de valores normales que indican en forma indirecta una transferencia normal de los gases son los siguientes:

Cuadro VI. Valores normales de las variables por gasometría

Dimensión	Rango de valores
pH	7.35 – 7.45 log-[H ⁺]
$PaCO_2$	35 – 45 mmHg
PaO_2	80 – 100 %
HCO_3	22 -24 mmol/l
SO_2c	100%
A-a DO_2	5 – 10 mmHg
PAO_2	100 mmHg
RI	0.8

Cita¹¹

Sin embargo, las pruebas de función pulmonar por si solas no tienen la capacidad de realizar todos los diagnósticos de enfisema pulmonar, sobre todo en el sujeto asintomático en etapa temprana de la enfermedad.¹² Por ello en todo individuo con riesgo para enfisema pulmonar es necesario obtener la historia de consumo de tabaco, realizar un examen físico exhaustivo, valorar la función respiratoria por espirometría (VEF_1 , CVF, VEF_1/CVF), presión de gases en sangre arterial, PaO_2 , $PaCO_2$, A-a DO_2 , RI, SO_2c , PAO_2 ¹¹, oximetría de pulso transcutánea y el estudio convencional radiográfico de tórax en proyección anteroposterior y lateral; así como el estudio tomográfico computado de alta resolución (TCAR).^{2,3,6,8,7}

Cuadro VII. Criterios Roentgenográficos para el diagnóstico de enfisema pulmonar³

Signos en proyección postero-anterior de tórax

-
- 1 Depresión y aplanamiento de hemidiafragmas con pérdida del ángulo**
 - 2 costofrénico.** Se traza una línea que conecta el ángulo costofrénico y la unión vertebrofrénica, si la distancia hacia el punto diafragmático más alto es menor de 1.5cm entonces está aplanado.

Radiolucencia irregular. Resultado de la destrucción parenquimatosa.

Signos en proyección lateral de tórax

- 3 Espacio retroesternal mayor de 2.5 cm.** Medido a 3 cm por abajo de la unión
 - 4 esternomanubrial de forma horizontal al margen anterior de la aorta ascendente.**
 - Aplanamiento o concavidad del contorno diafragmático.** Medido indirectamente con el ángulo esternodiafragmático si éste es igual o mayor de 90°.
-

Otras manifestaciones de enfisema pulmonar en placa simple son la sobredistensión pulmonar y la alteración en el trayecto de las estructuras vasculares, longitud mayor a 29.9 cm en el pulmón derecho, localización del hemidiafragma derecho a nivel o por abajo del 7° arco costal anterior y estrechamiento del diámetro transversal del corazón.³ El diagnóstico requiere de al menos 2 de estos criterios.

Tomografía Computada de Alta Resolución en el diagnóstico de enfermedades pulmonares.

La TCAR es un método rápido, no invasivo y seguro en el estudio de la anatomía pulmonar en condiciones de normalidad^{8,13} y para el diagnóstico de enfermedad pulmonar infiltrativa aguda o crónica.^{3,14} Ofrece mayor resolución en las imágenes del patrón, distribución y extensión de la patología pulmonar en comparación con la radiografía simple de tórax.^{3,13,14}

En noviembre de 1980 se realizó un primer estudio tomográfico para determinar la densidad pulmonar en el parénquima pulmonar normal. Se estudiaron 69 pacientes sin patología pulmonar conocida, con placa de tórax normal, no se interrogaron antecedentes de tabaquismo. Dos métodos fueron usados, el primero consistió en medir la densidad pulmonar a nivel de la unión esternoclavicular, carina y base pulmonar, posterior a ello se realizó un promedio de forma aritmética. El segundo se basó en la medición de la densidad pulmonar usando el "software" del equipo. Se encontró que en individuos mayores de 10 años la densidad pulmonar es de -745 UH (ds de 53). En un grupo pequeño de niños estudiados topográficamente se observó una densidad pulmonar mayor (- 627 UH, ds de 51) comparada con niños de más edad. En este estudio se identificó que la densidad pulmonar también se afecta por mecanismos fisiológicos como la respiración y la posición.¹³ Por lo tanto al determinar la densidad del parénquima pulmonar de forma rutinaria, es posible identificar alteraciones tanto de aumento como decremento de la misma y de esta forma mejorar el diagnóstico temprano de entidades no detectadas en la placa de tórax.

La TCAR se ha utilizado con éxito en el diagnóstico morfológico de diversas enfermedades con sitio de lesión intralobular: bronquiolitis obliterante, neumonía por *Mycoplasma* o tuberculosis; con sitio de lesión peritubular: sarcoidosis, linfangitis carcinomatosa o linfoma maligno, y con sitio de lesión centrilobular: bronconeumonía, criptococcosis pulmonar, bronquioloectasias o el enfisema pulmonar.^{15,16} Estudios científicos muestran para diversas enfermedades una correlación alta entre las imágenes obtenidas por TCAR y los cambios morfológicos identificados por histopatología.^{17,18,19,20} Para algunas patologías incluido el enfisema pulmonar la correlación entre lo hallado por TCAR y el estudio anatomopatológico es

tan elevada que es posible hacer el diagnóstico sin la necesidad de realizar una biopsia pulmonar.^{7,8,9} Incluso es posible a través de imágenes captadas por TCAR demostrar gravedad y extensión de la lesión pulmonar.^{2,7}

Los criterios diagnósticos de enfisema pulmonar por TCAR son generales: a) bulas, b) paredes bronquiales gruesas, c) secreción por la mucosa y c) densidad menor a -910 UH; y específicos para el Enfisema centrilobular: (Fig. 5) a) cavidades quísticas hiperlucentes, b) ausencia de pared y c) ubicación central de arteria y bronquiolo; o para el Enfisema paraseptal (Fig. 6): distribución periférica de lesiones en lóbulos superiores o para el Enfisema panlobulillar (Fig. 7): afección en todo el lóbulo.^{3,7,14,21,22} En estadios avanzados se hace indistinguible diferenciar la afección en los diferentes tipos (fig. 8).

Otros hallazgos en TCAR incluyen opacidad en vidrio despolido, engrosamiento de pared bronquial, bullas, producción de moco en bronquios y bronquiolos, hiperinsuflación, manifestaciones de atrapamiento aéreo (en estudios en exhalación), dilatación de arteria central que refleja hipertensión pulmonar arterial y linfadenopatía hiliar en respuesta a proceso infeccioso. En el enfisema panlobular los signos de hiperinsuflación se manifiestan por cambio en la morfología del lobulillo secundario con redondeamiento, incremento en el diámetro anteroposterior del tórax e hiperlucencia uniforme del pulmón.³ Aunque en la mayoría de los pacientes no es necesario un diagnóstico preciso del tipo de enfisema para su tratamiento, en algunas situaciones clínicas particulares o cuando es requerido tratamiento quirúrgico, el diagnóstico preciso es mandatorio.

La siguiente serie de imágenes corresponden a fotografías obtenidas por TCAR durante el estudio de sujetos con enfisema pulmonar y muestran los cambios morfológicos que clasifican las lesiones por su localización:

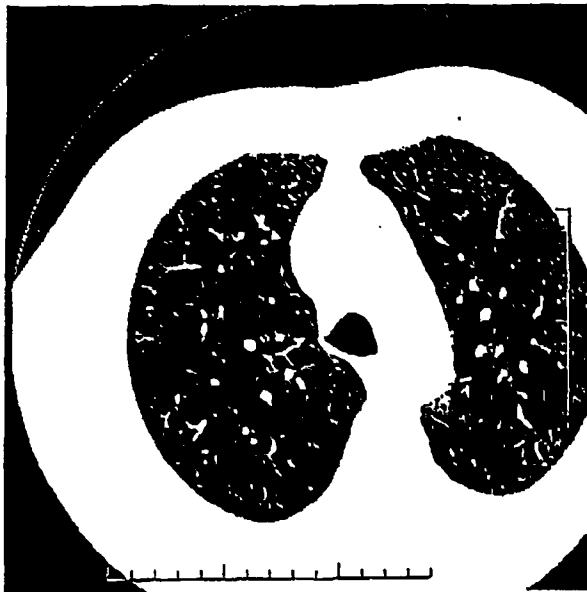


Fig. 5 TCAR de un paciente con Enfisema Centrilobular

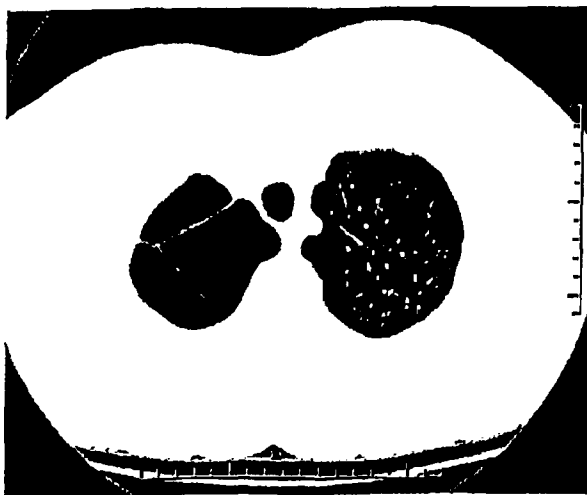


Fig. 6 TCAR de un paciente con Enfisema Paraseptal

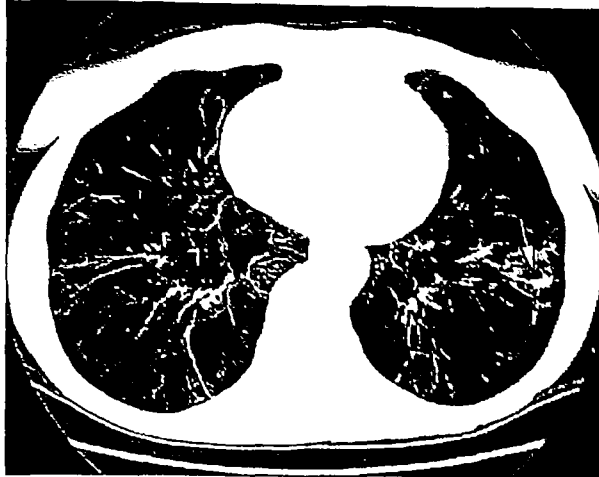


Fig. 7 TCAR de un paciente con Enfisema Panacinar

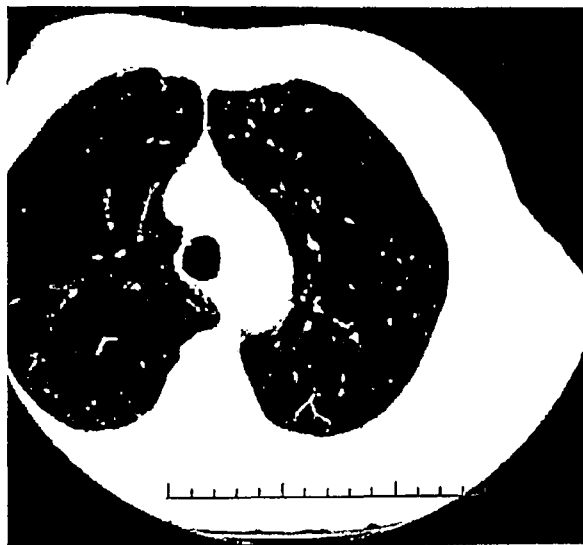


Fig. 8 TCAR de un paciente con Enfisema Centriacinar y Enfisema Panacinar en etapa avanzada.

Riesgo de radiación por el uso de TCAR en el diagnóstico de enfermedades.

En México la controversia del riesgo de radiación tanto para estudios clínicos como para sujetos que trabajan en sitios de riesgo es resuelta por un organismo regulador en materia de protección radiológica: La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias que en noviembre de 1988 publicó en el diario Oficial de la Federación el reglamento general de seguridad radiológica. En la normativa vigente, tanto para diagnóstico médico con rayos x como para aplicaciones industriales y de terapia médica, se establece que las dosis recibidas a consecuencia de exposición a fuentes de radiación ionizante y de prácticas que entrañan la irradiación con radiación ionizante o incorporación de material radiactivo se sujetarán a un sistema de limitación de dosis que se fundamenta en tres criterios:

- a) **Justificación:** No se aprobará ninguna práctica a menos que su aplicación produzca un beneficio neto positivo.
- b) **Optimización:** El diseño, planificación, uso y aplicación subsiguiente de las fuentes y prácticas, deberán realizarse de manera que aseguren que las exposiciones se mantengan tan bajas como razonablemente pueda lograrse, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.
- c) **Establecimiento de límites de dosis equivalente:** Cuyo objetivo es evitar los efectos determinísticos y limitar la ocurrencia de los estocásticos a un nivel aceptable.

Se sabe que la dosis anual para personal ocupacionalmente expuesto a radiación es de 50 mSv al año y para público en general de 5 mSv ²³ La radiación total absorbida al final de un estudio de enfisema pulmonar por TCAR es de 0.7 mSv. ^{22,24,25} Esto demuestra que el estudio de patologías pulmonares con TCAR se sitúa dentro del riesgo operacional de la misma norma.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal y comparativo tipo prueba diagnóstica donde se estudiaron 37 pacientes, 17 hombres y 20 mujeres mayores de 18 años de edad con tabaquismo positivo o negativo, sintomáticos o asintomáticos para enfisema pulmonar que fueron atendidos en los servicios de Inhaloterapia y de Radiología e imagen de la Unidad Médica de Alta Especialidad 189.

A todos los sujetos se les realizó placa simple de tórax en dos proyecciones (posteroanterior y lateral), tomografía computada de alta resolución, espirometría, gasometría arterial, gasometría venosa y citometría hemática completa. Todos los estudios fueron llevados a cabo en instalaciones propias de la institución.

Se excluyeron sujetos con cirugía abdominal alta reciente, poseedores de cardiopatía congénita o adquirida y sujetos con patologías relacionadas con la función respiratoria: Hipertensión pulmonar, fibrosis quística, fibrosis pulmonar idiopática, neumopatías intersticiales o tuberculosis pulmonar.

Los estudios de imagen fueron realizados e interpretados en el servicio de Radiología e Imagen de la UMAE No 189 del Instituto Mexicano del Seguro Social por la investigadora estudiante (Dra. Blanca María Jaime Suárez) y las pruebas de función pulmonar (espirometría y gasometría arterial) fueron realizadas por la experta calificada en la aplicación de la prueba e Interpretación de los resultados (Dra. Silvia Cervantes Durand).

La adquisición de datos de TCAR se realizó con un equipo helicoidal de cuatro canales (Somatom Plus 4[®], Siemens), consistió en un topograma de tórax desde el opérculo torácico hasta las bases pulmonares con una secuencia de cortes a 10 mm x 10 mm en "slice" y "thickness" respectivamente. Durante el estudio se le pidió al sujeto de investigación una inspiración máxima en la adquisición de cada

imagen, la duración total del estudio se calculó en 15 minutos. La radiografía simple de tórax se tomó en proyecciones posteroanterior y lateral de acuerdo a la técnica convencional en un equipo de Rayos x (Compañía Mexicana de Radiología, CMR® serie 920169 modelo GRF 525).

Las muestras sanguíneas para los estudios bioquímicos se tomaron en el área de hemodinámica donde se procesaron la gasometría venosa en un gasómetro GEM® premier 3000 y la citometría hemática completa de forma automatizada (laboratorio central) utilizando un equipo Cell-Dyn 3700, Falcon® de la misma UMAE.

En el análisis estadístico describimos las variables cuantitativas a través de estadísticos de tendencia central y dispersión, evaluando la discrepancia matemática intragrupo e intergrupo a través de la prueba t. Las variables fueron expresadas de acuerdo a su frecuencia en cada cien eventos. La evaluada a través del cálculo de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo. Ambas pruebas diagnósticas fueron comparadas entre sí conforme a su capacidad de determinar la prevalencia de la enfermedad. Finalmente y aunque no es parte de los objetivos centrales del estudio, se llevaron a cabo análisis de correlación entre variables consideradas factores de riesgo y la probabilidad de que se obtuviera un diagnóstico positivo para enfisema pulmonar, calculando Odds ratio y Riesgo relativo,

Este estudio se apego a los postulados de Helsinki de 1975, las modificaciones de Tokio y la reglamentación dispuesta en la Norma Oficial Mexicana clave 2800-04-032-0007 y el artículo 100 de la Ley Federal de Salud para la intervención en investigación en humanos, el trabajo actual se apega primero al consentimiento informado y firmado propuesto bajo las normas de ley, finalmente, en la evaluación y aceptación por el comité tanto de investigación como por el de ética del Hospital de Especialidades 14 "Adolfo Ruiz Cortines" de la Unidad Médica de

Alta Especialidad 189 dependiente del Instituto Mexicano del Seguro Social, delegación Veracruz Norte.

Resultados

Se estudiaron 37 pacientes atendidos en los servicios de Inhaloterapia y de Radiología e imagen de la Unidad Médica de Alta Especialidad 189 del IMSS región Veracruz Norte.

Las variables demográficas correspondieron a una población con distribución normal. Se estudiaron 17 hombres con un intervalo de edad de 20 a 54 años (Media 36.5) y 20 mujeres con intervalo de edad de 22 a 72 años (media 45.2). (Cuadro VIII)

La correlación de los antecedentes patológicos de acuerdo con tres intervalos de antigüedad en el trabajo (en años) no mostró diferencia estadística entre ellos. (Cuadro IX)

La determinación de la prevalencia pre-prueba y su compararon entre la TCAR (10 positivos, 27%) y las pruebas de función pulmonar (5 positivos, 14%) fue estadísticamente significativa (χ^2 , $p < 0,05$). (Figura 9)

El análisis de bondad para prueba diagnóstica de enfisema pulmonar en base a TCAR mostró una de 0,71 y especificidad de 0,83 (Valor predictivo positivo 0,5, valor predictivo negativo 0,93) utilizando las pruebas de función pulmonar como estándar de oro. (Cuadro X)

Se comparó entre los diferentes grupos las variables sistémicas asociadas al momento de realizar la prueba diagnóstica para enfisema pulmonar utilizando una prueba t para grupos independientes con valor crítico de α de 0,05 e intervalo de confianza al 95%. No se observaron diferencias (Cuadro XI)

La distribución de diagnóstico positivo de enfisema pulmonar en relación con el género mostró una proporción de 2 a 1 (8 mujeres, 70%/ 4 hombres, 30%) en los 37 sujetos estudiados. (Figura 10).

La probabilidad de que ser mujer (OR 2,17 RR 1,39) actúe como un factor de riesgo mostró ser más significativa en comparación con el género masculino (OR 0,46 RR 0,64). (Figura 11)

El análisis de probabilidad para la exposición de factores de riesgo conocidos mostró que trabajos como enfermería (OR 0,50 RR 0,54), conservación de maquinaria hospitalaria (OR 2,27 RR 2,17), intendencia y servicios básicos (OR 0,25 RR 0,31) y mujeres dedicadas al hogar que conviven con fumadores (OR 0,67 RR 0,69) presentaron una relación más significativa con la presencia de diagnóstico positivo de enfisema pulmonar. Los sujetos fumadores mostraron la correlación más alta (OR 0,95 RR 0,99) en relación con cualquier otro factor de riesgo estudiado. (Cuadro XII)

Cuadro VIII
Distribución de las variables demográficas

	*Edad (años)			Trabaja		Antigüedad en el trabajo (años)		
	Media	DS	IC ^{95%}	n	%	Media	DS	IC ^{95%}
Hombre	36,5	11,0	5,2	15	90	12,8	9,1	4,3
N	17							
Mujer	45,2	13,8	6,1	15	75	15,3	11,6	5,1
N	20							

*Prueba t, $P < 0,05$

Cuadro IX
Relación de los años de antigüedad en el trabajo con los antecedentes patológicos

Antigüedad	Antecedentes heredofamiliares de EPOC		Antecedentes personales patológicos					
	n	%	EPOC n	%	Neumonía n	%	Bronquitis crónica n	%
Hasta 10 años N 16	3	20	1	10	2	10	0	0
11 a 20 años n 9	1	10	0	0	1	10	1	10
21 o más años N 12	3	30	0	0	1	10	0	0
	n 37							

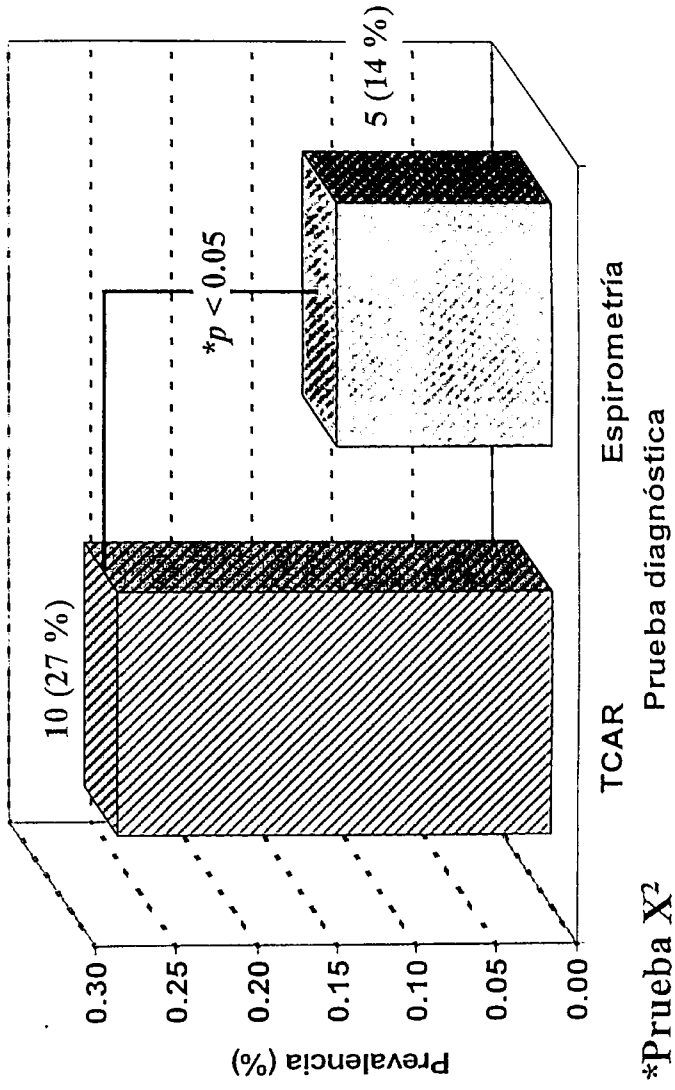


Figura 9. Determinación de la prevalencia pre-prueba y comparación entre las pruebas diagnósticas.

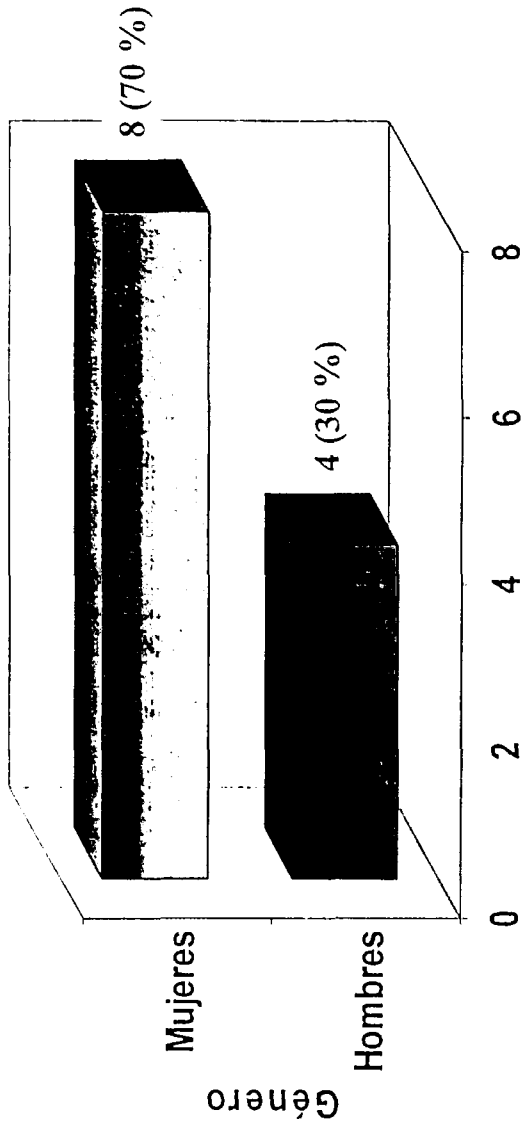
Cuadro X
Determinación diagnóstica de enfisema pulmonar por TCAR y análisis de bondad de la prueba diagnóstica con respecto a espirometría (estándar de oro)

Prueba	Diagnósticos				Bondad de la prueba		
	Positivos		Negativos		Especificidad	VPP	VPN
n	%	n	%	Sensibilidad			
Espirometría	5	0.14	32	0.86			
TCAR	10	0.27	27	0.73	0.71	0.83	0.50
TCAR, tomografía computada de alta resolución. VPP, valor predictivo positivo. VPN, valor predictivo negativo							
n 37							

Cuadro XI
Comparación entre grupos de las variables sistémicas asociadas al momento de realizar la prueba diagnóstica

	Diagnóstico de enfisema						*Valor de p		
	Positivo			Negativo					
	Media	DS	IC ^{95%}	Intervalo	Media	DS		IC ^{95%}	Intervalo
Peso (Kg)	73.2	15.4	8.7	56 - 104	71.4	15.7	6.1	44 - 104	ns
Talla (m)	1.6	0.1	0.1	1.5 - 1.8	1.7	0.1	0.1	1.5 - 1.9	ns
IMC (%)	27.4	3.7	2.1	21.8 - 34.0	25.5	3.7	1.4	20.0 - 32.6	ns
Frecuencia cardiaca (latidos/min)	71	5.2	2.9	60 - 78	72	6.3	2.5	57 - 86	ns
Frecuencia respiratoria (respiraciones/min)	16	0.5	0.3	16 - 16	15	0.7	0.3	14 - 17	ns
TAM (mmHg)	77.8	5.3	3.0	70 - 85	75.0	4.9	1.9	67 - 91	ns
Hemoglobina (g/dl)	13.8	1.5	0.9	10.0 - 16.0	14.3	1.2	0.5	11.9 - 16.8	ns
Leucocitos (células/mm ³)	6700	2264	1281	3440 - 12300	7167	1246	488	4950 - 11100	ns
Neutrófilos (células/mm ³)	3850	1657	938	1222 - 7995	4093	1101	432	2367 - 7104	ns

*prueba t, α 0.05



Proporción 2:1 Diagnósticos (Frecuencias absolutas)

Figura 10. Comparación de la distribución de diagnósticos positivos para enfisema pulmonar de acuerdo con el género del sujeto estudiado, n 37.

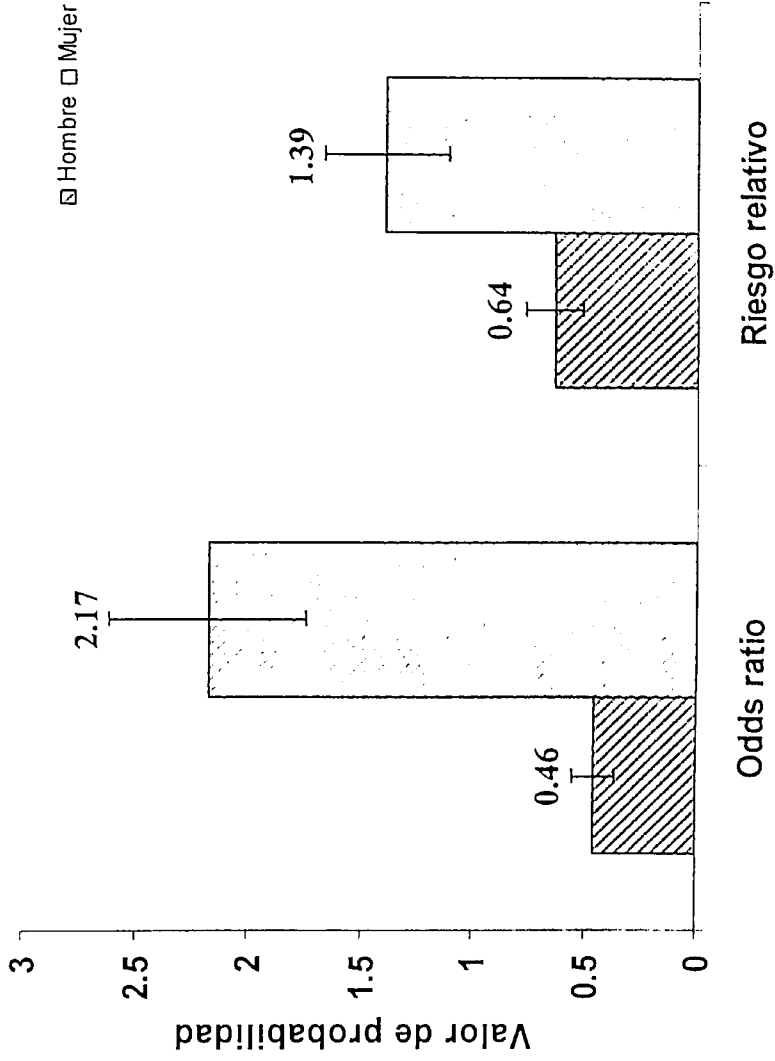


Figura 11. Análisis de valor probabilístico del género sobre el diagnóstico de enfisema pulmonar, n 37

Cuadro XII
Análisis de probabilidad de enfisema pulmonar en
relación con la exposición

	Diagnóstico de enfisema pulmonar		OR	RR
	Si	No		
Enfermería	1	4	0.50	0.54
Conservación	1	1	2.27	2.17
Intendencia	1	7	0.25	0.31
Hogar	1	3	0.67	0.69
Tabaquismo	9	19	0.95	0.99
n	37			

Discusión

La TCAR en el diagnóstico de diversas patologías pulmonares agudas o crónicas es conocida ampliamente como útil, práctica y segura. En nuestro estudio se usó para diagnosticar etapas tempranas de enfisema pulmonar. Nuestro objetivo central fue demostrar que la TCAR ofrece mayor oportunidad de detectar enfisema pulmonar temprano en comparación con las pruebas de función pulmonar, estas reconocidas como el estándar de oro actual para el diagnóstico de enfisema pulmonar.

La prevalencia de la EPOC ha incrementado en los últimos años como consecuencia del tabaquismo, convirtiéndose en un problema grave de salud pública que afecta a individuos con inicio de hábito de fumar tabaco en edades muy tempranas. En la actualidad se puede observar que grupos como las mujeres o escolares de secundaria cada vez con mayor frecuencia adquieren el hábito de fumar, lo que incrementa la probabilidad de que adquieran enfisema pulmonar. Parte de nuestros resultados muestran que ser mujer es un factor de riesgo para desarrollar enfisema, incluso la cuantificación de la prevalencia pre-prueba fue significativamente mayor en las mujeres que en los hombres. Esta evidencia requiere de incrementar la frecuencia de unidades de investigación; sin embargo, las poblaciones en ambos géneros se comportaron con distribuciones normales para todas las variables demográficas, excepto para la variable de interés de este estudio.

En nuestro estudio, de los 37 sujetos que fueron analizados por TCAR, en 16 de ellos no fue posible identificar evidencia morfológica de cambios compatibles con enfisema presentando sin embargo bulas, bronquiectasias, presencia de engrosamiento de septos pleurales y opacidades en vidrio despulido. Estos hallazgos son compatibles con reportes de cavidades quísticas con paredes, como características imperceptibles de la enfermedad. Esta evidencia nos permite

proponer que sujetos con estas características poseen un riesgo elevado para desarrollar en el futuro enfisema pulmonar. Estudio de determinación epidemiológica de factor de riesgo en esta cohorte que debe ser estudiada en un futuro inmediato. Los hallazgos encontrados demuestran que los pulmones de sujetos fumadores de tabaco sufren agresiones que remodelan la arquitectura normal del tejido de forma crónica, evolutiva y en etapas tardías irreversiblemente. Pronóstico que puede ser mejorado si el sujeto deja de fumar, eliminado así el factor de riesgo. En nuestro estudio los sujetos con tabaquismo positivo y algunos con riesgo laboral específico, como es trabajar en el servicio de mantenimiento y conservación hospitalaria mostraron análisis de probabilidad elevados. Estos resultados son similares a los reportados en forma secular en la literatura científica.

De nuestra muestra pacientes con un hábito de tabaquismo alto no presentaron cambios francos para enfisema pulmonar, a diferencia de otros con un hábito menor, lo anterior apoya la teoría del desequilibrio entre las enzimas proteolíticas y antiproteolíticas que lesionan el tejido pulmonar de los pacientes con tabaquismo positivo e intenso. Otro dato importante es la deficiencia de la enzima α_1 -antitripsina que puede afectar por dos formas a el individuo fumador, en la primera la deficiencia puede ser congénita y en la segunda la alteración que se produce en respuesta a el humo de tabaco.

Por su parte a través de las pruebas de función pulmonar fue posible diagnosticar solo a 5 sujetos con modificaciones de la fisiología pulmonar compatible con enfisema, la mitad de los diagnosticados a través de TCAR. Este hallazgo concuerda con lo reportado en la literatura especializada, donde se sabe que las pruebas de función pulmonar tienen la limitación de desestimar a los sujetos con la enfermedad pulmonar en estadios sin manifestaciones clínicas. La evidencia en este

estudio de investigación mostró que la TCAR ofrece una sensibilidad menor que las pruebas pulmonares para identificar sujetos enfermos. Pero, en cambio ofrece una mayor especificidad para identificar a sujetos sanos. Estos hechos nos permiten proponer que todo sujeto con sospecha clínica y epidemiológica de riesgo de enfisema pulmonar que presenta pruebas de función pulmonar normales, debe ser estudiado morfológicamente por TCAR. Esta evidencia preliminar debe ser estudiada en futuras metodologías que incluyan mediciones seriadas en los sujetos de las cohortes.

Conclusiones

1. La prevalencia de enfisema pulmonar determinada por TCAR en nuestro estudio fue de 27 % (10 diagnósticos positivos)
2. En nuestro estudio el diagnóstico de enfisema pulmonar a través de TCAR se definen en base a la presencia de lesiones quísticas sin percepción de pared y bulas acinocentrales.
3. La TCAR como prueba diagnóstica para enfisema pulmonar en nuestro estudio mostró una aceptable sensibilidad (0.71) y una excelente especificidad (0.83).
4. La TCAR como prueba diagnóstica para enfisema pulmonar en nuestro estudio mostró ser rápida, no invasiva, indolora, sensible y específica para el diagnóstico de enfisema pulmonar en sujetos asintomáticos que fueron desestimados por las pruebas de función pulmonar.
5. La TCAR es una prueba diagnóstica confiable para enfisema pulmonar recomendada en los casos de diagnóstico negativo por pruebas de función pulmonar en sujetos con sospecha clínica o epidemiológica importante.

Bibliografía

1. Barberáa JA, Peces-Barbab G, Agustín AGN, Izquierdo JL, Monsóe E, Montemayor T, Viejo JL. Guía clínica para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Arch Bronconeumol 2001;37:297-316.
2. Saínez-Menéndez B. Enfisema pulmonar y bullas de enfisema. Clasificación. Diagnostico. Tratamiento. Rev Cubana Cir 2006;45(3-4)
3. Takasugi JE, MD, Godwin JD. Radiology of chronic obstructive pulmonar diseases. Radiologic Clinics of North America 1998;36(1):29-54.
4. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of Chronic Obstructive Disease. NHLBI/WHO workshop report. Bethesta, National Herat, Lung and Blood Institute, April 2001; Update of the Management sections, GOLD website (www.Goldcopd.com). Date Update: 1 july 2003
5. Menezes A. Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar. Prevalencia de la EPOC. Montevideo;2007;3:45-51.
6. Sociedad Mexicana de Neumología y cirugla de Tórax. Guías para el diagnóstico y el tratamiento de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica 2007;66(supl. 2):1-78
7. Newell JD. CT of emphysema. Radiol Clín North Am January 2002;40(1):31-42.
8. Griffin CB, MD, Primack SL. High resolution CT; normal anatomy, techniques, and pitfalls. Radiologic Clinics of North America 2001;39(6):1073-1091Griffin

9. Klein JS, Gamsu G, Webb R, Golden JA, Muller NL. High-Resolution CT diagnosis of emphysema in symptomatic patients with normal chest radiographs and isolated low diffusing capacity. *Radiology* 1992;182:817-821
10. Boschetto P, Miniati M, Miotto D, Braccioni F, De Rosa E, Bononi I, Papi A, Saettaz M, Fabbri LM, Mapp CE. Predominant emphysema phenotype in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur Respir J* 2003;21:450-454
11. Patiño JF. Gases sanguíneos. Edit. Médica Panamericana, México D.F., 6ª edición. pp, 54-57.
12. Sherman CB. The health consequences of cigarette smoking: pulmonary disease. *Med Clin North Am* 1992;76:355-375
13. Rosenblum LJ, Mauceri RA, Wellenstein DE, Thomas FD, Bassano DA, Raasch BN, Chamberlain CC, Heitzman ER. Density patterns in the normal lung as determined by computed tomography. *Radiology* 1980;137:409-416.
14. Bonelli FS, Hartman IE, Swensen SJ, Sherrick A. Accuracy of High-Resolution CT in diagnosing lung diseases. *AJR* 1998;170:1507-1512
15. Murata K, Khan A, Herman PG. Pulmonary parenchymal disease: evaluation with High-Resolution CT. *Radiology* 1989;170:629-635
16. Stein MG, Mayo J, Müller N, Aberle OR, Webb WR, Gamsu G. Pulmonary lymphangitis spread of carcinoma: appearance on CT scans. *Radiology* 1987;162:371-375
17. Müller NL, Millar RR, Webb WR, Evans KG, Ostrow ON. Fibrosing alveolitis: CT-pathologic correlation. *Radiology* 1986;160:585-588
18. Murata K, Itoh H, Todo G, et al. Centrilobular lesions of the lung: demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. *Radiology* 1986;161:641-645

19. Bessis L, Callard P, Gotbeil C, Biaggi A, Grenier P. High-Resolution CT of parenchymal Lung Disease: Precise Correlation with histologic findings. *Radiographics* 1992;12:45-58.
20. Meziane MA, Khouri NF, Hruban RH, Fishman MEK, Zerhouni EA, Hutchins GM, Wheeler PS, Siegelman SS. High resolution CT of the lung parenchyma with pathologic correlation. *Radiographics* 1988;8(1):25-54
21. Müller NL, Thuribeck WM. Thin-Section CT, emphysema, air trapping, and airway obstruction. *Radiology* 1996;199:621-622.
22. Newell JD, Hogg JC, Snider GL. Report of a workshop: quantitative computed tomography scanning in longitudinal studies of emphysema. *Eur Respir J* 2004;23:769-775.
23. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Seguridad y Protección radiológica en diagnóstico Médico con rayos X. Reglamento general de seguridad radiológica, publicada en el diario oficial de la federación el 22 de noviembre de 1988.
24. Choi WK, Morcos SK. High resolution volume imaging of airways and lung parenchyma with multislice CT. *British Journal Radiology* 2004;77:98-105
25. Zwirerich CV, Mayo JR, Müller NL. Low-dose High-resolution CT of lung parenchyma. *Radiology* 1991;180:413-417.
26. Dawson-Saunders B, Trapp RG. Evaluación de procedimientos diagnósticos. En: Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística médica*. Editorial Manual Moderno. 2ª edición, México DF. Capítulo 13. pp 275-294.



ANEXO I

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN
EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

Lugar y fecha Veracruz, Veracruz

Por medio de la presente autorizo participar en el proyecto

TOMOGRAFIA COMPUTADA DE ALTA RESOLUCION VS PRUEBAS DE
FUNCION PULMONAR EN LA DETECCION TEMPRANA DE ENFISEMA
PULMONAR

Registrado ante el Comité Local de investigación en Salud con el número

El objetivo del estudio es Comparar la sensibilidad y especificidad de la tomografía
computada de alta resolución con las pruebas de función pulmonar en el diagnóstico
temprano de enfisema pulmonar

Se me ha explicado que mi participación consistirá en Realización de Tomografía
computada de alta resolución, Placa simple de tórax, pruebas de función pulmonar,
BHC, toma de gasometría arterial y venosa.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos,
inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio,
que son los siguientes: Riesgos: Dosis de radiación recibida de riesgo bajo (0.7
mSv), molestias propias de la punción arterial y venosa.

Beneficios: Diagnóstico temprano en pacientes asintomáticos y tratamiento
oportuno.

El investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que se plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento (en caso de que el proyecto modifique o interfiera con el tratamiento habitual del paciente el investigador se compromete a dar información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento)

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El investigador principal ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Nombre y firma.
Afilación

DR. MIGUEL JESUS BETANCOURT SANCHEZ

MAT: 7138369

Nombre, firma, matrícula del investigador principal

Números telefónicos a los cuales se puede comunicar en caso de emergencia y/o dudas y preguntas relacionadas con el estudio
DRA. BLANCA MARIA JAIME SUAREZ

01 2299 381280 (fijo) Por las tardes

0442291895569 (celular)

Testigos.

Clave.:2810-009-014

Anexo II. Descripción de la necesidad de recursos y su financiamiento

Recursos			Financiamiento		Factibilidad
	Descripción	Detalle	Cantidad	Pesos	
Material:	Captación de datos, análisis y divulgación	Hojas blancas y de color tamaño carta	300 hojas	80. ⁰⁰	
		Lápíceros No 1.0 Tinta negra	5 lápices	20. ⁰⁰	
		Carpetas organizadoras	2 carpetas	100. ⁰⁰	
		Sobres tamaño carta	10	30. ⁰⁰	
		Perforadora	1	60. ⁰⁰	
		Engrapadora y grapas	1/200	50. ⁰⁰	
		Computadora con programa operativo Window'XP	1computadora	9,000. ⁰⁰	
		Impresora a tinta	1 impresora	1,000. ⁰⁰	
		Cartuchos de tinta negra	2 cartuchos	600. ⁰⁰	
		Cartuchos de tinta a colores	2 cartuchos	800. ⁰⁰	
Equipo:	Pruebas de función pulmonar	Espirómetro Jaeger FlowScreen	1 equipo	600. ⁰⁰	El IMSS cuenta con él
	Gasometría arterial	Gasómetro GEM Premier 3000	1 equipo	300. ⁰⁰	El IMSS cuenta con él
	TCAR	Tomógrafo Somatom plus 4, siemens	1 equipo	1500. ⁰⁰	El IMSS cuenta con él
	Placa simple de tórax	Equipos convencionales	1 equipo	400. ⁰⁰	El IMSS cuenta con él
Pruebas bioquímicas:	BHC, Gasometría venosa	Personal, material y reactivos		150. ⁰⁰	El IMSS cuenta con él

Apartado	Costos (pesos mexicanos) por unidad de investigación
Recursos humanos	0.0 ^{oo}
Recursos materiales	14,690. ^{oo}
Costo total por 80 unidades de investigación	385,200. ^{oo}

Anexo III. Hoja de recolección de datos

Datos generales:							
Nombre (s):	Paterno	Materno	Afiliación:				
Edad	Sexo	Trabajo	Antigüedad (años)				
	H M						
Exploración física:							
Peso	Talla	IMC (%)	F'c	F'r	T/A		
AHF y personales:							
				Si	No		
Hereditarios	EPOC						
Personales	EPOC						
	Bronquitis crónica						
	Neumonía						
	Tuberculosis pulmonar						
	Cirugía de abdomen superior						
	Fibrosis pulmonar Idiopática						
	Deficiencia de alfa-1 antitripsina						
Síntomas	Disnea						
	Tos						
	Expectoración						
Signos	Tórax en tonel						
	Soplador rosado						
Adicciones	Alcoholismo						
	Tabaquismo						
	Años tabaquismo activo						
	Cantidad de cigarrillos al día						
Estudios de gabinete	Rx	Aplanamiento hemidiafragmas					
		Radiolucencia generalizada					
		Espacio retroesternal > 2.5 cm					
		Punto diafragmático más alto < 1.5 cm					
	TCAR	Lesión quística					
		Pared imperceptible					
		Estructuras broncovasculares centrales					
		Densidad < de -910 UH					
Respuesta inflamatoria							
Hb	Hto	Leuc	Neut	Monos			

Pruebas de función pulmonar				
Espirometría		FEV ₁		
		FVC		
		FEV ₁ /FVC		
Gasometría		Arterial	Venosa	Gradiente
	PaO ₂			
	PaCO ₂			
	A-aDO ₂	pAO ₂	paO ₂ /pAO ₂	RI

Agradecimientos

A Dios por darme la vida, mostrarme a través de todo mi entorno su inmenso amor y por ser mi mejor apoyo en todo momento.

A Eutiquio Jaime Huerta y Ma. Del Carmen Isabel Suárez Vásquez por ser los mejores padres que Dios me pudo dar, por enseñarme a dar siempre lo máximo, luchar día a día para alcanzar mis metas y sobre todo por caminar junto a mí incondicionalmente. Los amo.

A mis hermanos Miguel Angel y Gerardo Baruc Jaime Suárez por lo mucho que me aman, por todo lo que me han enseñado y por ser mi apoyo en todo momento.

A mi familia que es muy grande y maravillosa. Abuelita Blanca Vásquez Grajales. Familias Márquez Suárez, Tamariz Suárez, Márquez Muñóz, Ortega Márquez, Martínez Márquez y Cervantes Carretero. Gracias por darme todo su amor y apoyo siempre.

A los mejores compañeros residentes y amigos que me acompañaron en ésta etapa Alejandro, Aline y Analee. Gracias, los quiero.

A mis amigos incondicionales Alexis, Daniel, Esther y a ti Rubén por ser además de mi amigo, mi amor. Gracias por caminar a mi lado a pesar de la distancia y ser mi apoyo en todo momento.

A mis maestros Dr. Leopoldo E. Rodríguez Montiel, Dr. Gabriel Lezama Suárez y Dr. Juan Antonio F. Cervantes Monroy por tener siempre la disponibilidad de regalarme un poco de todo su conocimiento, y por la amistad y cariño que siempre me brindaron. Muchas gracias

Dr. Tamayo, Dr. Cruz Segura, Dr Rogel y Dr León por su importante participación en la formación de médicos residentes y que no tiene mayor objetivo más que enseñarnos que siempre podemos ser mejores.

A mis compañeros y amigos ahora médicos radiólogos que formaron parte importante de mi formación y a los residentes de segundo y primer año por darme la oportunidad de compartir valiosos momentos a su lado. Rafa, Alex, Melvin, Nahima, Mario, Tere, Jorge, Leo, Nitza y Brenda.

A todos los compañeros en el servicio de Radiología e Imagen que son el complemento necesario para nuestro trabajo. Gracias por su amistad.

A Maguito por cuidarnos siempre y darnos su cariño sincero e incondicional. Te quiero mucho angelito. Gracias.

Gracias al departamento de Inhaloterapia especialmente a la Dra. Silvia Cervantes Durant por participar en esta obra, por el entusiasmo y profesionalismo mostrado en la realización de los estudios.

Gracias al departamento de Laboratorio Clínico por su apoyo en la realización de los estudios bioquímicos de los pacientes estudiados en ésta obra, por la disponibilidad y el profesionalismo siempre mostrados. Dra. Guadalupe Collado y profesionales Químicos.

Gracias al departamento de servicios básicos por la disponibilidad y amabilidad mostrada para participar en el estudio. Lic Mario Javier Bonavides Cobos

Por último pero siendo la persona más importante en la realización de esta obra A mi asesor Dr. Miguel Jesús Betancourt Sánchez por la entrega y pasión con la cual desarrolló ésta investigación, demostrando que todos los días debemos estar dispuestos a aprender y ser mejores. Por todos los momentos de enseñanza que ha tenido para mí, por el cariño, respeto y disponibilidad que siempre me mostró.

"Soy quien digo ser y hago lo que digo hacer"

Muchas Gracias.