



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

SECRETARIA DE SALUD

**CORRELACIÓN ENTRE EL GRADO DE ESTENOSIS TRAQUEAL
POST INTUBACION MEDIDO POR TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA Y LAS MEDIDAS ESPIROMÉTRICAS Y LA
RESISTENCIA MEDIDA POR OSCILOMETRÍA DE IMPULSO**

T E S I S

**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA SUBESPECIALIDAD DE
CIRUGIA CARDIOTORACICA**

P R E S E N T A

Dr. Juan Alberto Berrios Mejía

ASESOR DE TESIS: Dr. Enrique Guzmán de Alba

SEDE: CIRUGIA CARDIOTORACICA

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

CIUDAD DE MEXICO. AGOSTO, 2016





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

SE AUTORIZA EL PRESENTE TRABAJO COMO TESIS DE POSGRADO DEL

Dr. Juan Alberto Berrios Mejía

Dr. Juan Carlos Vázquez García
Director del Departamento de Enseñanza
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
“Ismael Cosío Villegas”

Dr. Patricio Santillán Doherty
Profesor Titular del Curso Subdirección Médica
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
“Ismael Cosío Villegas”

Dr. Enrique Guzmán de Alba
Jefe del Departamento de Cirugía de Tórax
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias
“Ismael Cosío Villegas”
Tutor de Tesis

Dedicatoria

A Dios, el cual me ha acompañado en cada paso de mi vida.

A mi preciosa hija Andrea Alessandra, el motor que impulsa mi vida. Niña valiente, bella, dulce y optimista, que durante estos años ha sabido mantenerse pura e inocente. A pesar de su corta edad siempre sabe cómo reconfortarme cuando la necesito.

A mi familia, el esfuerzo que toda mi familia ha sido impresionante, pero particularmente mi mamá y mi hermano, quienes siempre me han apoyado, siempre han estado ahí conmigo. Gracias a ellos por su sacrificio.

A esta institución hospitalaria, que tuvo la confianza en mí, y me han dado todas las oportunidades y condiciones para mi crecimiento profesional, así como personal.

Tabla de contenido

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
MATERIAL Y MÉTODOS	13
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS	25
ANEXOS	27

RESUMEN

La estenosis traqueal post intubación es un problema clínico causado por la isquemia y necrosis regional de la vía aérea, que condiciona una reacción cicatricial con reducción del diámetro de su luz. El seguimiento de pacientes con estenosis traqueal y la decisión de realizar intervenciones terapéuticas, se realiza frecuente tomando en cuenta los síntomas del paciente. Por el momento no se cuenta con alguna otra herramienta para la toma de este tipo de decisiones. Thomas Horan y colaboradores, intentó determinar la utilidad de la oscilometría para la detección y seguimiento de la estenosis traqueal, incluyó a 10 participantes, a los cuales se les realizó oscilometría de impulso y espirometría forzada pre y post broncodilatador, así como broncoscopia diagnóstica y terapéutica. Los resultados fueron una fuerte correlación(r) entre la frecuencia de resonancia y el diámetro traqueal, medido por broncoscopia, con una r entre -0.91 y 0.81, resistencia a 5 herz con una r -0.87 a 0.69, para FVC y FEV 1 no hubo correlación significativa, no se reportan datos para resistencia a 20 herz.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: ¿Existe correlación entre el grado de estenosis traqueal post intubación medida mediante tomografía computarizada y las pruebas de función pulmonar? **HIPÓTESIS:** Existe una correlación entre el grado de estenosis traqueal medido mediante tomografía computarizada, el flujo pico espirométrico y la resistencia a 20 Hz en pacientes con estenosis traqueal. **JUSTIFICACIÓN:** El presente estudio permitirá conocer la correlación y concordancia que existe entre el grado de afectación estructural evaluado por tomografía con una escala estandarizada, espirometría y oscilometría de impulso, que será de gran utilidad para definir los mejores parámetros para el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal. **OBJETIVO GENERAL:** Evaluar la correlación entre el grado de estenosis traqueal post-intubación medida por tomografía de vía aérea y las medidas espirométricas y la resistencia por oscilometría de impulso durante el seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal. **MÉTODO:** estudio observacional, prospectivo, transversal. Realizado en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias., México, Ciudad de México.

Periodo de estudio: del 1 de enero 2014 al 30 diciembre de 2015. Selección de la muestra no probabilística, que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión a los participantes. **Criterios de inclusión:** paciente con estenosis traqueal post intubación confirmada, mayor de 18 años, consentimiento informado por escrito. **Criterios de exclusión:** estenosis traqueal compleja definida como dos más niveles de estenosis traqueal, componente dinámico de la estenosis con traqueo-malasia, antecedente de EPOC o asma, portador de traqueostomía, sujeto sano que no pueda realizar maniobras aceptables de las Pruebas de función respiratoria, complicaciones pulmonares como neumonía o derrame pleural. **Descripción:** Se le realizó TAC de vía aérea con reconstrucciones

coronales y sagitales para evaluar el área en el sitio de menor luz y en la tráquea inmediatamente distal a la estenosis donde se evidenciara normal. Además se realizará espirometría simple y oscilometría de impulso. **Análisis estadístico:** El grado de afectación anatómica obtenido de la TAC se correlacionará con las principales variables de las PFR mientras que el acuerdo entre los parámetros se analizará de manera gráfica y estadística usando el coeficiente de correlación de spearman, las diferencias se consideraron significativas con el valor de p se considera significativo $<0,05$. Los programas empleados para el estudio fueron IBM SPSS versión 20.0 y CurveExpert versión 1,4

RESULTADOS: Se reclutaron un total de 24 participantes, de los cuales 15 (62.5%) eran del sexo masculino, con una edad media de 35 años. Para el flujo pico espiratorio medido en porcentajes se encontró una media de 48.2 ± 24.4 , con un coeficiente de correlación negativo de 0.56, con una p significativa de 0.004, así mismo para los valores en litro de encontramos una media $4.05 \text{ l} \pm 2.45 \text{ l}$, con un coeficiente de correlación negativo de 0.56, y p de 0.001. Para la resistencia 5 hz se encontró una media de $0,84 \text{ Kpa/l/s} \pm 0.39$, con un coeficiente de correlación positivo de 0.61, y una p significativa de 0.001, para la resistencia 20 hz se encontró una media de $0.43 \text{ Kpa/l/s} \pm 0.22$, con valor de correlación de 0.63, con una p de 0.08.

CONCLUSIONES: El estudio demuestra que existe una buena correlación negativa entre el flujo espiratorio pico y el grado de obstrucción medido por tomografía. Así como una buena correlación entre la oscilometría de impulso a 5hrz y la obstrucción. La oscilometría de impulso y el flujo pico espiratorio son los métodos preferentes para el seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal post-intubación.

INTRODUCCIÓN

Funcionalmente la tráquea sirve para la conducción de la ventilación, que posee unas particularidades únicas que dificultan su reemplazo o reconstrucción, en las enfermedades que pueden resolverse quirúrgicamente. (1)

La estenosis traqueal post intubación es un problema clínico causado por la isquemia y necrosis regional de la vía aérea, que condiciona una reacción cicatrizar con reducción del diámetro de su luz.

La estenosis traqueal es una enfermedad debilitante y en muchas ocasiones pone en riesgo la vida del paciente. El cuadro clínico usualmente se presente con estridor, disnea, limitación de la capacidad funcional y mal manejo de secreciones. El estridor se presenta cuando la estenosis condiciona un luz traqueal por debajo del 25% de diámetro normal, el paciente usualmente se adapta progresivamente a la reducción paulatina al diámetro de su luz. (2)

En paciente con antecedentes de intubación así como clínica de obstrucción de la vía aérea, es obligatorio estudios de imagen para descartar estenosis traqueal, una tomografía computada, es útil para definir grado y extensión de la estenosis. La fluoroscopia aporta datos en virtud de la función glótica así como detectar traqueomalacia. El estudio endoscópico por broncoscopia rígida aporta datos para planear la intervención, así como opción terapéutica con dilataciones. (1)

Sistema de clasificación para estenosis se han planteado siendo la de Cotton (inicialmente 1984, modificada en 1991) (3) una de las más utilizadas, se divide en 4 grados:

Grado 1: estenosis subglóticas hasta del 70%

Grado 2: estenosis subglótica de 70-90%.

Grado 3: estenosis subglótica mayor del 90%

Grado 4: estenosis subglótica completa, consolidada y firme.

Cuando la zona de estenosis es única, no abarca más de 50% de la longitud de la tráquea, y las condiciones generales del paciente lo permiten, la mejor opción terapéutica es la resección completa de la estenosis y la anastomosis término-terminal de la tráquea proximal y distal a la lesión.(4)

Sin embargo, el fracaso de este tratamiento ha sido reportado en el 8 a 16% de los casos, y la mortalidad es de 1,8 a 5%. Siendo los factores etiológicos encontrados infección del sitio de la anastomosis, que la estenosis afecte la laringe y la tensión. (5)

El seguimiento de pacientes

Seguimiento de pacientes con estenosis traqueal se realiza frecuente a demanda con la clínica del paciente. Generalmente caracterizados por disnea (10 % esta sintomático con estenosis significativa o mayor de 50% de la luz traqueal), estridor así como mal manejo de secreciones. (6)

Estudios de imagen en la estenosis traqueal

La sensibilidad de la tomografía computarizada multidetector identificando anomalías de la vía aérea incluyendo neoplasias es del 97%. Método ampliamente demostrado en diagnóstico y seguimiento en pacientes con estenosis, así como procedimientos de intervención con colocación de stent, reportando sensibilidad del 95%, especificidad 98%, ante complicaciones en la colocación de stent, que incluyen desplazamiento del dispositivo, obstrucción del dispositivo y rotura traqueal. (7, 8)

Valoración funcional respiratoria en estenosis traqueal

Las pruebas de función respiratoria son un elemento básico para establecer el diagnóstico, orientar el pronóstico, valorar evolución y respuesta al tratamiento.

Con el objetivo de determinar la utilidad del índice de desproporción espiratorio, (EDI: $FEV1[L]/PEFR[L/s] * 100$), en la diferenciación de estenosis laringo-traqueal de otros trastornos respiratorios, evaluando 217 pacientes con estenosis, se calculó curvas de roc, encontrando que un valor de 36 ± 7 en los casos de sin estenosis, y un valor de 76 ± 17 para

estenosis benignas. Existe una correlación significativa entre la estenosis anatómica y la severidad de EDI (p: 0,001; R=0,61), el área bajo de la curva ROC fue 0,98, con sensibilidad de 94,2%, para diferenciar entre los casos de estenosis y no estenosis. (9)

Hiroshi Handa, se propuso identificar la correlación entre las medidas de oscilometría de impulso, los síntomas y el tipo de obstrucción antes y después de la broncoscopia, y la posibilidad diferenciar entre una estenosis fija y una dinámica.

A 20 pacientes se les realizó espirometría forzada, oscilometría de impulso, tomografía computarizada, score de disnea, antes y después de una broncoscopia intervencionista, definieron estenosis fija con un colapso menor del 50% (colapsabilidad diferencia entre el diámetro traqueal durante la inspiración o espiración). Posterior a la broncoscopia intervencionista las medidas de oscilometría de impulso mejoraron particularmente la resistencia a 5hz con decremento de $0,67 \pm 0,29$ kPa/L/s a $0,38 \pm 0,17$ kPa/L/s (p:0,001), los cambios fueron demostrados en la medida de resistencia a 20 hz, reactancia a 20 hz, pero no con las medidas espirométricas. El tipo de obstrucción se correlaciono con el score de disnea, y demostró distintas medidas de oscilometría. (10)

Karl-Josef Franke en Alemania. Evaluaron la oscilometría de impulso como predictor de éxito en la de-canulación de los pacientes, aduciendo que el fracaso de la misma se debía a obstrucción de la vía aérea por estenosis. Estudiaron 126 de forma prospectiva, se midió resistencia por oscilometría, así como una medida por broncoscopia. Los criterios para recolocar la cánula fueron alto grado de obstrucción laríngea o traqueal, disnea o estridor, caída de la saturación de oxígeno por debajo de 90%. A 26 pacientes se le mantuvo la cánula de traqueotomía y a 100 se le retiro. Las oscilometría con resultado de $R5Hz < 0,35$ kPa/l/s (n :44) tuvo una especificidad de 1,0 valor predictivo positivo de 1,0. Un valor $< 0,47$ kPa/l/s(n:71) tuvo 0,88 y 0,96 respectivamente, al evaluar decanulación comparado con broncoscopia. Concluyeron que valores de $R5hs < 0,35$ kPa/l/s aparentemente no necesitan la broncoscopia para la decanulación. (11)

Thomas Horan en Brasilia 2003 realizó un estudio para determinar la utilidad de oscilometría para la detección y seguimiento de estenosis traqueal post traqueostomía en paciente con deterioro de sistema nervioso central, evaluaron 10 participantes , a los cuales realizaron oscilometría de impulso y espirometría forzada pre y post dilatación , así como broncoscopía diagnóstica y terapéutica, encontraron una adecuada correlación entre la resistencia a 5 hz y la frecuencia de resonancia, al compararlo con el diámetro de la tráquea medido por broncoscopía. (12)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existe correlación entre el grado de estenosis traqueal post intubación medida mediante tomografía computarizada y las pruebas de función pulmonar?

JUSTIFICACIÓN

Para un adecuado seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal no se cuenta aún, con un método medible, objetivo, de bajo riesgo y económico. Frecuentemente el manejo terapéutico con broncoscopia se retrasa hasta que los síntomas ya se han establecido; sin embargo, para que un paciente comience a manifestar síntomas, se requiere que el grado de estenosis traqueal sea muy avanzado, tanto que incluso puede poner en riesgo la vida del paciente.

Una herramienta con la que se cuenta actualmente es la tomografía de vía aérea, la cual, en términos económicos, de disponibilidad y de seguridad por radiación no es factible para su uso rutinario. Así como las pruebas de función respiratorias, en nuestra población no se cuenta con un método diagnóstico y de seguimiento establecido.

El presente estudio permitirá conocer la correlación y concordancia que existe entre el grado de afectación estructural evaluado por tomografía con una escala estandarizada, espirometría y oscilometría de impulso, que será de gran utilidad para definir los mejores parámetros para el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal.

Dichos resultados podrán generar directrices para determinar el momento adecuado para realizar una revisión endoscópica, utilizando las pruebas de función respiratoria para evaluar el grado de obstrucción en lugar de esperar a que la obstrucción sea tan grave que produzca síntomas. Además podrá minimizar los procedimientos innecesarios, reduciendo riesgos y costos en el seguimiento de pacientes

OBJETIVO GENERAL

1. Evaluar la correlación entre el grado de estenosis traqueal post-intubación medida por tomografía de vía aérea y las medidas espirométricas y la resistencia por oscilometría de impulso durante el seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar el estudio de función respiratoria que mejor se correlaciona con la severidad de la obstrucción anatomía de la tráquea
2. Generar directrices para seguimiento de pacientes con estenosis traqueal mediante pruebas de función respiratoria de forma sistematizada.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Diseño del estudio:

Estudio observacional, prospectivo de corte transversal.

Lugar del estudio:

El presente estudio se realizará en el Departamento de Fisiología Respiratoria y la clínica de tráquea del servicio de cirugía del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Descripción de la población de estudio:

Pacientes con diagnóstico de estenosis traqueal, atendidos en el servicio de cirugía de tórax, en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2014 al 30 de diciembre de 2015.

Tamaño de la muestra:

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se reclutaron 24 participantes.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

1. Paciente con estenosis traqueal post intubación confirmada.
2. Edad mayor de 18 años.
3. Que estén dispuestos a participar y a firmar un consentimiento informado

Criterios de exclusión:

1. Estenosis traqueal compleja definida como dos más niveles de estenosis traqueal.
2. Componente dinámico de la estenosis con traqueomalacia.
3. Diagnóstico de EPOC o asma.
4. Portadores de traqueostomía.
5. Que no pueda realizar maniobras aceptables en las pruebas de función respiratoria.
6. Complicaciones pulmonares concomitantes como neumonía o derrame pleural.

VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Unidad de medición
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Género	Categoría de un individuo basada en los cromosomas sexuales y su expresión fenotípica	Se determinará en femenino o masculino según fenotipo.	Cualitativa dicotómica	Masculino, Femenino
Edad	Duración de la existencia de un individuo medida en unidades de tiempo a partir de su nacimiento	La misma que la definición conceptual. Se calculará con la fecha de nacimiento.	Cuantitativa continua	Años
Talla parado	Es la medición de una persona de pie, desde la tangente superior de la cabeza hasta el plano de sustentación de los pies	El valor que resulta de la medición desde la cabeza hasta los pies estando el niño en posición erecta.	Cuantitativa continua	Centímetros
Peso	Equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo	El valor que resulta de la colocarse en una báscula en posición de bipedestación	Cuantitativa continua	Kilogramos
Espirometría (FEV1, FVC, FEV1/FVC)	Prueba que evalúa los volúmenes y capacidades pulmonares, medidos de forma forzada, y la relación que existe entre ellos	Valores del volumen espirado forzado en un segundo y al final de la espiración	Cuantitativa continua	Litros
Oscilometría de impulso (R 5Hz, R 20Hz, RF)	Prueba de función respiratoria que evalúa la impedancia del sistema respiratorio a diferentes frecuencias de oscilación	Valores de resistencia a 5 y 20 hertz, y frecuencia de resonancia.	Cuantitativa continua	Kpa/Litro/segundos
Tomografía de vía aérea	Evaluación tridimensional de la vía aérea mediante tomografía computarizada de haz de cono	Medición del diámetro transversal, longitudinal, así como área de la luz traqueal en los planos axial y sagital de las reconstrucciones.	Cuantitativa continua	Centímetros, Centímetros cuadrados, porcentaje

Procedimiento del estudio

PRUEBAS DE FUNCIÓN RESPIRATORIAS

Todas las pruebas de función respiratorias serán realizadas en el Laboratorio de Fisiología Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Para la espirometría forzada se seguirán los estándares internacionales establecidos por el consenso del 2005 de la Asociación Americana de Tórax (ATS)(13) y de la Sociedad Europea Respiratoria (ERS)(14). En cuanto a la oscilometría de impulso se aplicarán los criterios del 2003 de la ERS. Para todas las pruebas se utilizará un equipo de pruebas de función respiratoria de última generación (Master Screen Body, Jaeger, Höchberg, Germany).

Espirometría forzada

El sujeto se coloca en posición cómoda, sentado, se le coloca la pinza nasal, se instruye para el uso de la boquilla y la realización de la maniobra de capacidad vital forzada (FVC), haciendo hincapié en realizarla con un esfuerzo máximo y sostenido. Para obtener una maniobra aceptable se requiere de: 1) inicio abrupto y explosivo; 2) descenso regular y sin artefactos; y 3) exhalación continua y sostenida de por lo menos 6 segundos y/o que la curva de volumen-tiempo, muestre una meseta (cambio no mayor de 25 ml en un segundo). La espirometría debe cumplir criterio de repetibilidad, definido como una diferencia menor a 150 mL entre los dos valores más altos de FVC (capacidad vital forzada) y de FEV1 (volumen forzado espirado en el primer segundo). Se registrará la capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y la relación FEV1/FVC y Flujo Espiratorio Pico.

Oscilometría de Impulso

El sujeto se coloca en posición cómoda, sentado, se le coloca la pinza nasal, se instruye para el uso de la boquilla y la realización de la maniobra de respiración basal durante 30 segundos, con las manos en las mejillas, durante 30 segundos, se plantean un máximo de 10 procedimientos para conseguir maniobras reproducibles.

TOMOGRAFIA HELICOIDAL

Para la realización de la tomografía helicoidal se solicitara como TAC DE VIA AEREA (TAC helicoidal simple). Se realizara en una tomógrafo de multicorte TAMMD Marca SIEMENS Modelo Sensation 64.

Protocolo: se realizará en decúbitos supino, fijación cervical simple en inspiración profunda con: mAs 200, kV 120, tiempo de rotación 0.5s, duración 7.34s., corte 1mm x 0.6 Pitch 1.2, adquisición 64 x 0.6mm,.

El análisis post estudio y reconstrucción se realizará con un filtro B20 Homogéneo para mediastino, se realizaron mediciones de diámetro transverso, anteroposterior, áreas de la estenosis, así como el porcentaje de obstrucción, calculado a partir del área de la luz de la tráquea a nivel inmediatamente distal del el engrosamiento de la pared traqueal, se excluyen mocosos y secreciones en virtud de densidad tomográfica por debajo de 40 HU.

1. Reconstrucciones en MPR coronales y sagitales
2. Reconstrucciones de volumen con galería de Vía Aérea
3. Navegación Virtual en la estación multimodal

Las variables a medir serán parámetros espiratorios PEF, EDI, FEV 1, FEV 1/ FVC, los parámetros oscilométricos serán resistencia 5 y20 Hz, frecuencia de resonancia, las cuales se contrastaran con el porcentaje de obstrucción.

Análisis estadístico:

Todas las variables de los pacientes y de sus mediciones se integrarán en una base de datos. Después de evaluar la distribución de la población, se obtuvieron medias o medianas y desviaciones estándar o min-max para caracterizar a la población. Para variables categóricas se expresaran como frecuencias y porcentajes. El grado de afectación anatómica obtenido de la TAC se correlacionará con las principales variables de las pruebas de función respiratorias mientras que el acuerdo entre los parámetros se analizará de manera gráfica y estadística usando el coeficiente de correlación de spearman, las diferencias se consideraron significativas con el valor de p se considera significativo $<0,05$. Los programas empleados para el estudio fueron IBM SPSS versión 20.0 y CurveExpert versión 1,4.

Consideraciones éticas

De acuerdo a lo establecido en el artículo 17 del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud: Se trata de una investigación con riesgo mínimo.

Todos los métodos de estudio, cuestionarios, tomografía computarizada y pruebas de función respiratoria (espirometría y oscilometría) forman parte habitual del protocolo de estudio y seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal.

La tomografía no es un procedimiento invasivo, pero implica una exposición a radiación aceptada. Se utilizarán las dosis mínimas de radiación necesarias. La dosis de radiación oscila de 1.5mSv a 7mSv, las cuales no condicionan riesgo de padecer otro tipo de patología para el paciente. Todas las pruebas de función respiratoria son no invasivas y sin riesgo si para los pacientes.

Todos los participantes serán invitados previamente y deberán completar y firmar un consentimiento informado por escrito.

RESULTADOS

Se realiza un reclutamiento de 45 probables participantes, de los cuales fueron elegibles para el análisis 24. En la figura 1 se observa el diagrama de flujo del reclutamiento de los pacientes.

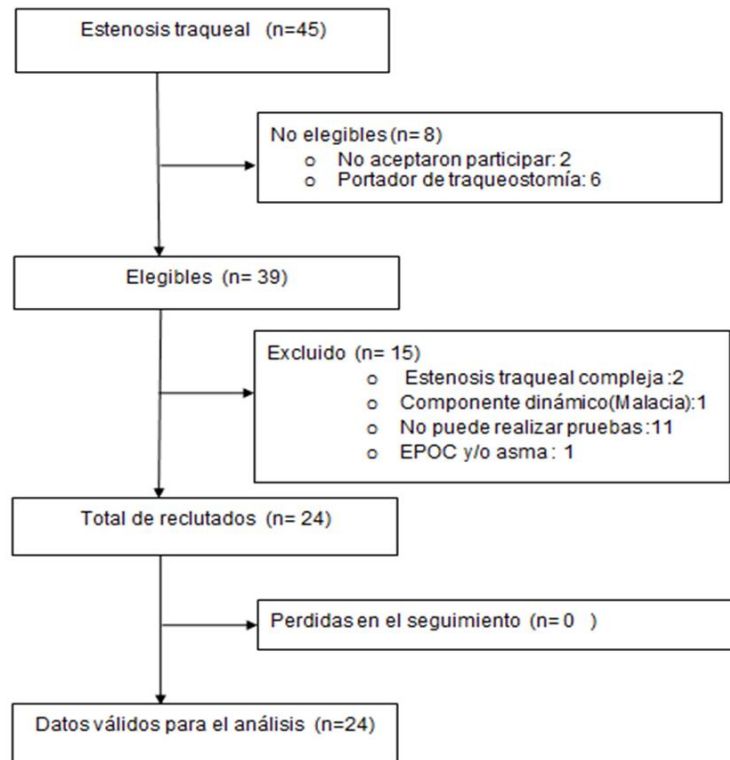


Figura 1. Diagrama de flujo de reclutamiento y seguimiento

Se reclutaron un total de 24 participantes, de los cuales 15 (62.5%) eran del sexo masculino, con una edad media de 35 años. En el **cuadro 1** se pueden observar las características generales de la población.

Cuadro 1. Características General de la población y coeficientes de correlación de spearman para las pruebas de función respiratorias y el porcentaje de obstrucción.

Variables			R	p
Edad (media)	35,7	±13,14		
Sexo (Masculino)	15/24	62,50 %		
Obstrucción traqueal (%)	60,13	±24,5		
FEV1 (L)	2,34	±1,05	-0,451	0,07
FEV1 (%)	74,83	±28,8	-0,479	0,018
FVC (%)	93,17	±26,2	-0,421	0,09
PEF (L)	4,05	±2,45	-0,562	0,001
PEF %	48,21	±24,4	-0,569	0,004
FEV1/FVC(%)	65,88	±22,19	-0,371	0,079
FEV1/FEP (5)	64,8	±22,86	0,42	0,066
R5 Kpa/L/s	0,84	±0,39	0,614	0,01
R20Kpa/L/s	0,43	±0,22	0,63	0,08

FEV 1(Volumne espiratori forzado en el primer minuto), FVC (Capacidad vital forzada), PEF (Flujo pico espiratorio), FEV 1 / FVC (relación o cociente entre FEV1 y FVC), FEV1/ FEP (índice de desproporción espiratorio), R5 (Resistencia 5Hz), R20 (Resistencia 20 hz).

Para el flujo pico espiratorio medido en porcentajes se encontró una media de 48.2 ± 24.4 , con un coeficiente de correlación negativo de 0.56, con una p significativa de 0.004, así mismo para los valores en litro de encontramos una media $4.05 \text{ l} \pm 2.45 \text{ l}$, con un coeficiente de correlación negativo de 0,56, y p de 0.001.

Para la resistencia 5 hz se encontró una media de $0,84 \text{ Kpa/l/s} \pm 0.39$, con un coeficiente de correlación positivo de 0.61, y una p significativa de 0.001, para la resistencia 20 hz se encontró una media de $0.43 \text{ Kpa/l/s} \pm 0.22$, con valor de correlación de 0,63, con una p de 0.08.

En el resto de las pruebas de función respiratorias no se muestra un correlación significativa entre el valor de la prueba y el porcentaje de obstrucción.

Como se muestra en las **figuras 2 y 3**, el flujo pico espiratorio y la resistencia a 5 hz medido por oscilometría tuvo buena correlación con el grado de obstrucción medido por tomografía. Se realizó el grafico de dispersión con la presentación lineal de la distribución de nuestra.

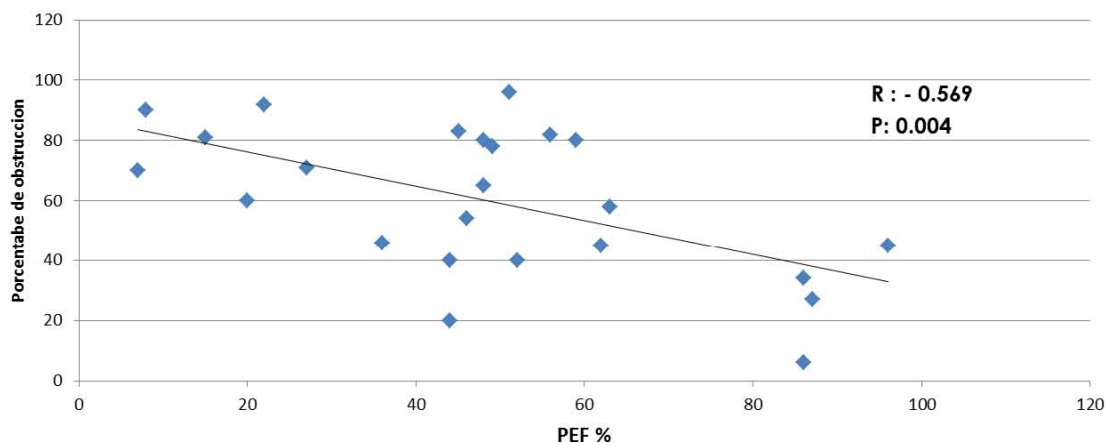


Figura 2. Correlación de la relación flujo pico en porcentaje en el eje de las X, con el porcentaje de obstrucción de la vía aérea en el eje de las Y. (R) coeficiente de correlación de Spearman,

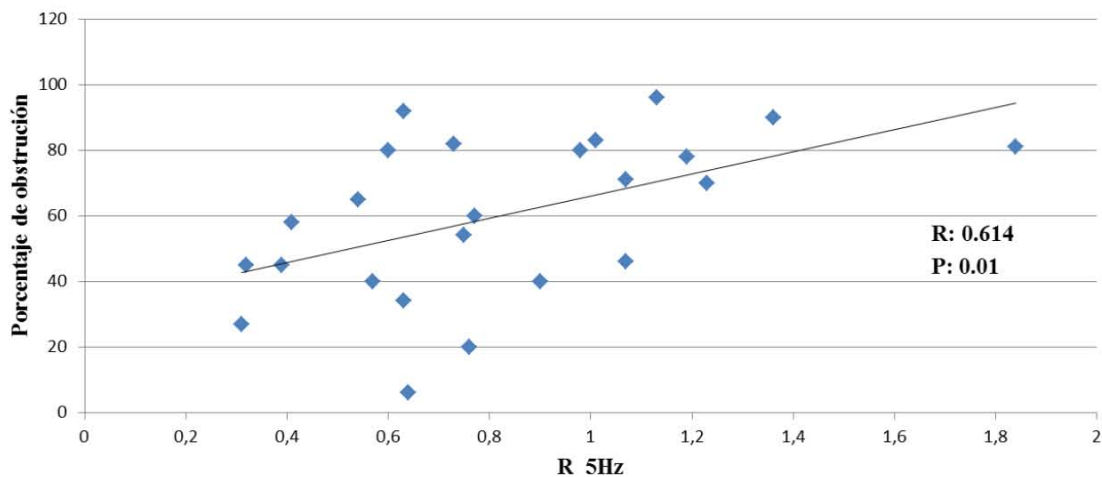


Figura 3. Correlación de resistencia a 5 hz en el eje de las X, con el porcentaje de obstrucción de la vía aérea en el eje de las Y. (R) coeficiente de correlación de Spearman,

La distribución de nuestra muestra no es lineal, por lo que se empleó el programa CurvExpert, para identificar la curva que mejor se ajustara a nuestra muestra, siendo la curva de asociación exponencial, con la cual el coeficiente de correlación es 0.73, con un p estadísticamente significativa de 0.001.

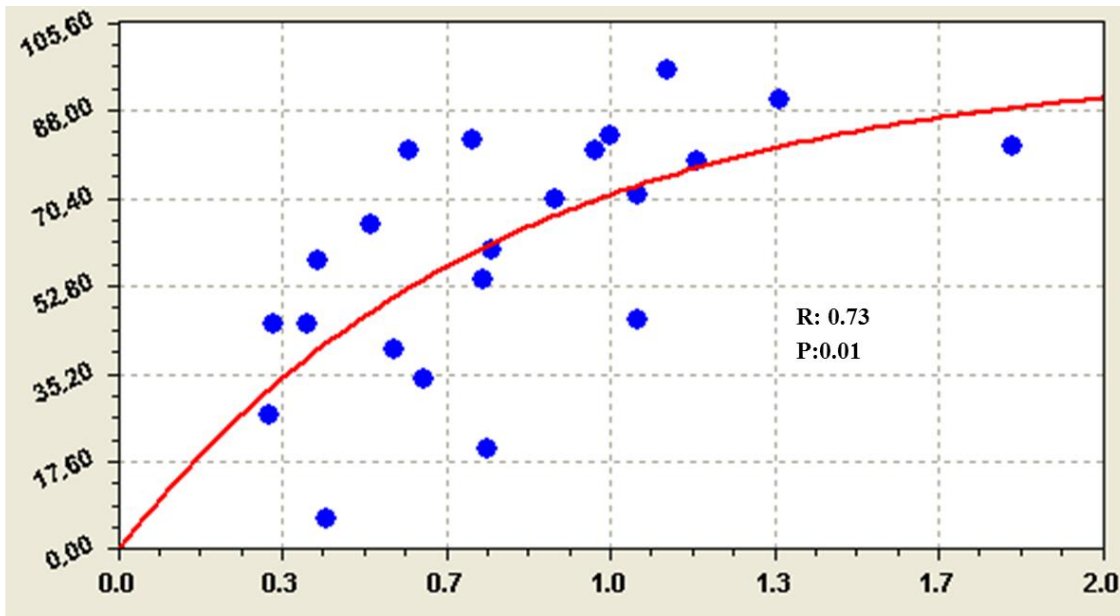


Figura 4. Curva de asociación exponencial, muestra la correlación de resistencia a 5 hz en el eje de las X, con el porcentaje de obstrucción de la vía aérea en el eje de las Y. (R) coeficiente de correlación de Spearman,

A partir de la curva de asociación exponencial se extrae la fórmula:

$$y = a (1 - \exp(-bx))$$

$$a = 97,5308526$$

$$b = 1,29423906$$

x = Valor de resistencia a 5 hz medido por oscilometría.

Con la cual se predice el porcentaje de obstrucción partir de un valor de Resistencia a 5hz.

DISCUSIÓN

La espirometría y la oscilometría de impulso son herramientas fundamentales para la evaluación funcional de la mecánica respiratoria y vía aérea. Sirve para el diagnóstico y seguimiento de estenosis traqueal. Tiene la ventaja de ser altamente estandarizada y de contar con múltiples valores de referencia para los diferentes grupos poblacionales, bajo costos, reproducible, mínimamente invasiva y con amplio acceso.

Se identificó que la medida que demostró mejor correlación comparado con el grado de obstrucción lo representa, la oscilometría a 5 Hz. Con un muy buen índice de correlación al evaluar con la curva de asociación exponencial ($r: 0.71, p: 0.01$).

Por definición el valor de resistencia 5 hz representa la resistencia de la vía aérea distal y no central, como sería el caso de las estenosis post intubación. Similares datos encontró Thomas Horan, (12), en 10 enfermos con estenosis traqueal, siendo la resistencia a 5 hz el valor que mejor correlación presentó.

En nuestra muestra la medición de resistencia a 20 hz, presentó una adecuada correlación con la severidad de la estenosis traqueal, con una $p: 0.08$ que no alcanza a ser significativa, pero consideramos que se debió a el número de participantes, creemos que si la muestra hubiese sido mayor el valor de p alcanzaría la significancia estadística.

La oscilometría de impulso ofrece claras ventajas como método de seguimiento además de ser un método no invasivo, seguro, no dependiente de esfuerzo de paciente, aporta datos objetivo y medible. A si mismo reduce los riesgos de los procedimientos quirúrgicos y anestesia de forma no indicada.

Para el flujo pico espiratorio, que es una maniobra que requiere la cooperación de enfermo, se encontró una correlación débil pero significativa ($r: -0,56, p: 0.004$), es útil como complemento a la oscilometría de impulso, y la elección en centro en los que no se disponga de oscilómetro de impulso.

Para el resto de las medidas de espirometría no se encontró una correlación significativa, al relacionarse con el diámetro de luz traqueal. Resultado previamente identificado por otros

autores como Horan y colaboradores (12), los cuales no encontraron correlación o la misma fue muy débil, al evaluar diferentes medidas de oscilometría.

Los resultados encontrados por Reza y colaboradores (9), con adecuada correlación entre la severidad de la estenosis y el índice de desproporción espiratorio ($P < .0001$; $R50.61$), no fueron reproducibles en nuestra población.

Algunas limitaciones identificamos en nuestro estudio, inicialmente el número de participantes. Es conocido que la estenosis traqueal tiene una baja incidencia, por lo que el reclutamiento es lento y limitado. En Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en su clínica de tráquea, representa un centro de referencia para dicha patología, a pesar de lo cual el reclutamiento de participantes fue limitado. El estudio se realizó en una sola institución, lo que limita que los datos sea extrapolables, se deben realizar estudios que compruebe lo reproducible de nuestros resultados. En la actualidad no existen valores de referencia para la población mexicana en oscilometría de impulso, hecho que sería de gran utilidad, para minimizar el sesgo de la prueba dado por las variables antropométricas. Estamos conscientes que el estudio se realiza en un grupo muy seleccionado de pacientes, el mismo fue planteado así, para minimizar los sesgos de tipo técnico en la realización de las pruebas.

Se plantea una segunda fase con criterios de inclusión y exclusión extendidos para evaluar la prueba en una población más amplia, y con un mayor número de participantes.

A pesar de lo antes planteados consideramos que los resultados aportan información de gran utilidad a la práctica clínica, en el seguimiento de dichos pacientes.

CONCLUSIONES

El estudio demuestra que existe una buena correlación negativa entre el flujo espiratorio pico y el grado de obstrucción medido por tomografía. Así como una buena correlación entre la oscilometría de impulso a 5hrz y la obstrucción.

La oscilometría de impulso y el flujo pico son los métodos preferentes para el seguimiento de los pacientes con estenosis traqueal post-intubación.

Se realizan la siguientes sugerencias :

Se sugiere el empleo sistemático para el seguimiento de pacientes con estenosis traqueal post intubación.

Así como, el desarrollo de investigaciones prospectivas que incluyan mayor número de participantes, y como criterios de inclusión y exclusión extendidos para extrapolar resultados a otras etiologías de reducción de la luz traqueal.

REFERENCIAS

1. Grillo H. Development of tracheal surgery: a historical review. Part 2: treatment of tracheal diseases. *Ann Thorac Surg* 2003; 75:1039-1047.
2. Bronchoscopic Management of Patients With Symptomatic Airway Stenosis and Prognostic Factors for Survival. Lawrence, O et al. *Ann Thorac Surg* 2015;99:1725–30
3. Cotton RT, Myer CM 3rd, O'Connor DM. Innovations in pediatric laryngotracheal reconstruction. *J Pediatr Surg* 1992;27:196-200
4. Wright CD, Grillo HC, Wain JC, Wong DR, Donahue DM, Gaissert HA. Anastomotic complications after tracheal resection: Prognostic factors and management. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;128(5):931-939
5. Abbasidezfouli A, Akbarian E, Shadmehr MB, Arab M, Javaherzadeh M, Pejhan, et al. The etiological factors of recurrence after tracheal resection and reconstruction in post-intubation stenosis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9(3):446-449
6. Grillo HC (MD). *Surgery of the Trachea and Bronchi.*; 2004:345-356
7. Lee KS, Boiselle PM. Update on Multidetector Computed Tomography Imaging of the Airways. *J Thorac Imaging.* 2010;25(2):112-124
8. Boiselle PM, Lee KS, Ernst A. Multidetector CT of the Central Airways. *J Thorac Imaging.* 2005;20(5):186-195
9. S. A. Reza Nouraei et al. Diagnosis of Laryngotracheal Stenosis From Routine Pulmonary Physiology Using the Expiratory Disproportion Inde. *Laryngoscope,* 123:3099–3104, 2013
10. Hiroshi Handa. Assessment of Central Airway Obstruction Using Impulse Oscillometry Before and After Interventional Bronchoscopy. *Respir Care* 2014;59(2):231–240.
11. Karl-Josef Franke et al. Removal of the Tracheal Tube after Prolonged Mechanical Ventilation: Assessment of Risk by Oscillatory Impedance. *Respiration* 2011;81:118–123
12. Thomas horan et al. Forced oscillation technique to Evaluate tracheostenosis in patients With neurologic injury *chest* 2001; 120:69–73)

13. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates a, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319–38. doi:10.1183/09031936.05.00034805.
14. Oostveen E, MacLeod D, Lorino H, Farre R, Hantos Z, Desager K, et al. The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. *Eur Respir J* 2003;22:1026–41. doi:10.1183/09031936.03.00089403.

ANEXOS

Carta de consentimiento informado

México D.F. a ____ del mes de _____ del 201__.

(Lea cuidadosamente la siguiente información, si está de acuerdo llene y firme los espacios correspondientes)

Investigador principal: Dr. Enrique Guzmán de Alba

Sede donde se realizará el estudio: Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Proyecto de investigación titulado:

“CORRELACIÓN ENTRE EL GRADO DE ESTENOSIS TRAQUEAL MEDIDO POR TOMOGRAFÍA HELÍCOIDAL Y LAS MEDIDAS ESPIROMÉTRICAS Y LA RESISTENCIA MEDIDA POR OSCILOMETRÍA DE IMPULSO”

Se me ha explicado que el objetivo de este estudio es conocer la relación que existe entre las pruebas de función respiratoria y los cambios anatómicos en los enfermos con estenosis traqueal, con el fin de identificar una prueba objetiva, no invasiva y segura de seguimiento en dichos pacientes.

Se me ha explicado que primero un doctor o un técnico en fisiología respiratoria calificado tomarán medidas antropométricas (peso y estatura), posteriormente harán la medición del tamaño de sus pulmones y si hay obstrucción mediante un aparato llamado espirómetro, en el cual usted tendrá que realizar inspiraciones y espiraciones al máximo de capacidad sobre una boquilla estéril. La oscilometría de impulsos se realiza colocando una boquilla completamente estéril en la boca, a través de la cual se le pedirá que respire en forma regular y relajada durante 90 segundos para obtener IOS. Finalmente se le realizará un procedimiento con imágenes que usa equipo especial de rayos X para crear imágenes detalladas, o exploraciones, de regiones internas del cuerpo en un aparato llamado tomógrafo, que nos brinda información detallada de las características de su vía aérea, el estudio exige someterse a radiación a dosis que no representan riesgo para su persona.

El tiempo total requerido para estas mediciones será de aproximadamente 40 minutos en fisiología respiratoria y 30 minutos en imagenología y no se me realizará un cobro adicional por la realización de oscilometría de impulso (IOS) y espirometría.

Se me ha explicado que estas mediciones espirometría, oscilometría de impulsos y tomografía, son procedimientos sencillos, breves y que no causan molestias. Puesto que la tomografía computada implica el uso de rayos X, los cuales son una forma de [radiación ionizante](#), las mujeres deberán hacer saber al médico o técnico radiólogo si hay alguna posibilidad de que estén embarazadas, porque la [radiación](#) puede dañar un [feto](#) en crecimiento. Se sabe que la exposición a la radiación ionizante aumenta el riesgo de [cáncer](#), sin embargo la exposición de una TC de baja dosis (1,5 mSv) es comparable a 6 meses de radiación natural de fondo, y una exploración de tórax con tomografía computarizada regular (7 mSv) es comparable a 2 años de radiación natural de fondo a la que todos estamos expuestos. Además, entiendo que para asegurar que este estudio cumple con las normas éticas, el protocolo ha sido revisado y registrado por el comité de Ética del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (número de aprobación: _____).

Se me ha explicado que no obtendré un beneficio directo de la participación en este estudio, pero que servirá para que los médicos conozcan la correlación entre las pruebas de función respiratorias y el grado de obstrucción medido por tomografía, que pudiera representar en un método de seguimiento para otros pacientes que portan mi enfermedad; el investigador principal responderá cualquier pregunta y aclarará cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relativo a la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento, incluso aunque ya haya firmado esta carta, y que si decido hacerlo nadie se molestará conmigo y que esta decisión no afectará para nada la atención y cuidados que recibo en la Institución donde soy atendido.

Me han asegurado que no se identificará mi participación por mi nombre en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial, así como que si requiero mayor información sobre el estudio o avisar de cualquier incidente que ocurra durante el desarrollo del mismo, puedo comunicarme directamente con: Dr. Enrique Guzmán de Alba Tel (55) 54 87 17 00 ext: 5210. ó vía Internet: eguzdea@yahoo.com o Dr. Juan Alberto Berrios al teléfono (55)67885787 en el servicio de Cirugía de tórax. Estoy informado(a) que si tuviera alguna duda respecto a mi participación en este proyecto de investigación, también puedo consultar a la Dra. Rocío Chapela Mendoza, Presidente del Comité de Ética en Investigación, en el teléfono (55) 54871700 ext 5254

He leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido resueltas. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos pueden ser publicados o difundidos con fines científicos.

Doy mi consentimiento para participar en el estudio. Entiendo que al firmar, recibiré una copia de este documento.

Nombre del participante o del representante legal _____
Firma del participante: _____
Domicilio: _____
Fecha: _____

Nombre del testigo: _____
Firma del Testigo: _____
Relación con el paciente: _____
Domicilio: _____
Fecha: _____

Nombre del testigo: _____
Firma del Testigo: _____
Relación con el paciente: _____
Domicilio: _____
Fecha: _____

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda

Firma del Investigador o Representante _____
Fecha _____
Domicilio: _____