



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO
"DR. EDUARDO LICEAGA"

PREVALENCIA DE OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA AÉREA EN PACIENTES
ONCOLOGICOS EN LA UNIDAD DE FISIOLÓGIA RESPIRATORIA DEL
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO DURANTE EL 2016.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIATA EN NEUMOLOGÍA

PRESENTA

DRA. ARIANA LIZETTE HEREDIA ARROYO
Médico residente de Neumología.

DIRECTOR DE TESIS

DRA. MARIA YOLANDA MARES GUTIERREZ

JEFE DEL SERVICIO DE NEUMOLOGÍA

DR. CARLOS NUÑEZ PEREZ REDONDO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. DE MÉXICO 2017.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO
“DR, EDUARDO LICEAGA”
CIUDAD DE MÉXICO

Dr. Carlos Núñez Pérez Redondo

Jefe del Servicio de Neumología y Profesor de Titular.

Dra. María Yolanda Mares Gutiérrez

Director de Tesis

Dra. Ariana Lizette Heredia Arroyo

Residente de Neumología

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Fisiología Pulmonar del Servicio de Neumología del Hospital General de México bajo la dirección de la Dra. María Yolanda Mares Gutiérrez y el apoyo administrativo del Dr. Carlos Núñez Pérez Redondo, Jefe del Servicio de Neumología.

AGRADECIMIENTOS:

“Todo tiene su tiempo, y todo lo que se desea debajo de las estrellas tiene su hora: tiempo de nacer, y tiempo de morir; tiempo de plantar, y tiempo de arrancar lo plantado; tiempo de matar, y tiempo de curar; tiempo de derribar, y tiempo de edificar; tiempo de llorar, y tiempo de reír; tiempo de lamentarse, y tiempo de bailar; tiempo de lanzar piedras, y tiempo de recoger piedras; tiempo de abrazar, y tiempo de rechazar el abrazo; tiempo de buscar, y tiempo de dar por perdido; tiempo de guardar, y tiempo de desechar; tiempo de rasgar, y tiempo de coser; tiempo de callar, y tiempo de hablar; tiempo de amar, y tiempo de odiar; tiempo de guerra, y tiempo de paz...”

Todo lo hizo hermoso en su tiempo; y ha puesto eternidad en el corazón de ellos, sin que alcance el hombre a entender la obra que ha hecho Dios desde el principio hasta el fin...”

Eclesiaste 3:1-11

Tiempo de finalizar una etapa, un sueño; tiempo de agradecer todo el apoyo recibido.

Gracias al único sentimiento de amor puro tangible que tengo conmigo, mi madre, por ella soy, y sin ella no sería nada. Ella me enseñó a superar todos mis tiempos, y a sacar lo mejor de cada uno de ellos. A mi hermano, que dejó de ser terrenal para convertirse en un ser celestial; yo sé, que sigues acompañándome.

Gracias a este honorable hospital por recibirme, por hacerme sentir en casa; por ofrecerme hermanos, amigos, compañeros, muchos pacientes. Cada día vivido dentro de este hospital, me dio la sensación de lo perfecto de mis tiempos, conocí personas extraordinarias, de excelencia; muchas gracias Hospital General de México.

CONTENIDO

RESUMEN.	5
ANTECEDENTES	6
HISTORIA DE LA ESPIROMETRÍA	7
ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA PULMONAR.....	8
VENTILACIÓN PULMONAR	14
ESPIROMETRÍA	16
PATRÓN OBSTRUCTIVO DE LA VÍA AÉREA.	22
CÁNCER Y ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA.....	25
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
JUSTIFICACION	29
HIPÓTESIS.	31
OBJETIVOS	32
METODOLOGIA	33
RESULTADOS	35
DISCUSION	39
CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42

RESUMEN.

ANTECEDENTES. La obstrucción del flujo aéreo es un problema de salud universal con alta tasa de morbilidad y mortalidad de tal manera que la enfermedad se presenta hoy como un verdadero problema de salud pública y una carga económica importante en los centros de salud en todo el mundo. En México, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la cuarta causa de muerte en mujeres y la quinta en hombres.

Pacientes con EPOC, están en mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, varios estudios han determinado que esta población es candidata para el cribado de cáncer de pulmón. La falta de uso de la espirometría para el diagnóstico de la obstrucción del flujo aéreo es común en la población general, especialmente en países subdesarrollados

OBJETIVO GENERAL. Realizar pruebas de función pulmonar (espirometría) para identificar la prevalencia de patrón obstructivo de la vía aérea en pacientes oncológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS. Se realizó un estudio observacional, longitudinal durante el año 2016, en 364 pacientes mayores de 18 años, con diagnóstico de tipo oncológico, que acudieron a la Unidad de Fisiología pulmonar, donde se les realizó espirometría simple y con broncodilatador.

RESULTADOS. Nuestro estudio incluyó una población total de 364 pacientes, la edad promedio fue de $57,2 \pm 14.9$ años; de los cuales 88 fueron hombres (24.2%) y 276 mujeres (75.8%). Las comorbilidades con mayor frecuencia detectadas fueron las respiratorias sólo 52 pacientes (14.2%) se conocían portadores de otras enfermedades. Factores como el antecedente de tabaquismo se identificó en 140 pacientes (38.5%), de los cuales 38 (27.1%) presenta un índice tabáquico mayor de 20paq/año. La exposición a biomasa se presentó en 194 pacientes (53.3%), de ellos 48 (24.7%) contaba con un índice de biomasa mayor de 200hrs/año. Se agruparon los diagnósticos oncológicos en regiones corporales, de las cuales según su orden de frecuencia fueron las siguientes: abdomen inferior 185 (50.8%), tórax 86 (23.6%), cabeza y cuello 40 (11.0%), abdomen superior 33 (9.1%) y extremidades en 20 pacientes (5.5%).

CONCLUSIONES. Una cuarta parte de nuestra población presenta alteración en su espirometría, más de la mitad de esta población desconocía ser portador de patología pulmonar. La hipoxia intratumoral es un factor de mal pronóstico observado en tumores de próstata, mama, musculoesquelético, cabeza y cuello, y cervix, que se asocia a mayor tasa de fracaso a la radioterapia, quimioterapia y al aumento de las metástasis. Es por ello, la importancia de la detección y el manejo oportuno de comorbilidades que afecten el intercambio gaseoso a nivel pulmonar, para optimizar una respuesta adecuada al tratamiento oncológico.

PALABRAS CLAVE: Espirometría. Patrón obstructivo. Patrón restrictivo. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

ANTECEDENTES.

Las pruebas de función pulmonar pueden proporcionar información clínica importante, aunque todavía están infrautilizadas en gran medida. La espirometría consiste en el análisis de los volúmenes pulmonares y flujo aéreo bajo circunstancias controladas; sirve para medir la función básica de la mecánica respiratoria, y actualmente es ampliamente utilizada en el diagnóstico y manejo de muchas enfermedades del aparato respiratorio y del tórax.

La obstrucción del flujo aéreo es un problema de salud universal con alta tasa de morbilidad y mortalidad de tal manera que la enfermedad se presenta hoy como un verdadero problema de salud pública y una carga económica importante en los centros de salud en todo el mundo. La prevalencia de la enfermedad y la mortalidad continúan aumentando, incluso después de iniciarse las campañas contra el tabaquismo. (Rupérez Padrón, 2009) Se estima que en 2015 murieron por esta causa cerca de 3 millones de personas en todo el mundo, lo cual representa un 5% de todas las muertes registradas ese año. (CD, y otros, 2016) La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la cuarta causa de muerte en mujeres y la quinta en hombres. Debido a la mayor prevalencia del tabaquismo en hombres y su mayor exposición a ambientes laborales contaminados, en México la EPOC es más frecuente en el sexo masculino. En 2005 esta enfermedad produjo más de 11 mil decesos en hombres, contra poco más de 9 mil en las mujeres. Se estima que el 10% de la población en general tiene la enfermedad asintomática y el 26% de las personas mayores de 45 años de edad tienen indicios de obstrucción del flujo aéreo. (Salud, 2007)

La falta de uso de la espirometría para el diagnóstico de la obstrucción del flujo aéreo es común en la población general, especialmente en países subdesarrollados, donde los recursos son limitados y la asignación presupuestaria para la salud es inadecuada.

Ya que pacientes con EPOC, independientemente de la presencia de obstrucción del flujo aéreo o de enfisema, están en mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, varios estudios han determinado que esta población es candidata para el cribado de cáncer de pulmón. No existen estudios donde se evidencia el uso de la espirometría, dentro del diagnóstico de cáncer extrapulmonar.

HISTORIA DE LA ESPIROMETRÍA

Espirometría del latín *spirare* = “soplar” y el elemento griego *metría* = “cualidad de medida” (Cortés Gabaudan, 2011), medida del aliento o de la respiración. Su invención fue posible por el cirujano inglés John Hutchinson en 1846; aunque existen en la historia ciertos acontecimientos que se precedieron y facilitaron este invento, y así, en el siglo II, Galeno describió los cambios que se producían en el volumen de una vejiga al hacer respirar dentro y fuera de ella a un muchacho. En el siglo XVII: en 1681 Borelli midió el volumen de aire movilizado en la inspiración, mediante la aspiración de una columna de agua en un tubo cilíndrico y así cuantifico el volumen de aire que era desplazado por el agua. En el siglo XVIII, Jurin en 1718, fue el primero en medir el volumen corriente, calculando su valor aproximado de 600 ml. En 1749, el físico Bernoulli expone el método para medir el volumen de la respiración; en 1789, Lavoisier introduce el nombre de espirometría para hacer referencia a la medición de los volúmenes movilizados con la respiración. Sin embargo, el origen práctico proviene de los trabajos de John Hutchinson en 1844, quien no solamente hizo el diseño del primer espirómetro, sino que también fue el primero en utilizar el término de capacidad vital espiratoria y desarrolló los estándares normales basándose en las mediciones hechas en pacientes, incluyendo cadáveres (Antona Rodriguez, Ma. José; Castañar Jover, Ana Ma., 2015).

En 1854, Wintrich desarrolla un espirómetro más sencillo de usar que el de Hutchinson, y con él estudió a 4000 personas, encontrando que la capacidad vital

estaba determinada por la altura, el peso y la edad. Posteriormente Salter, en 1866, añade al espirómetro el quimógrafo, con lo cual se pueden registrar gráficos y relacionar el volumen con el tiempo (Antona Rodríguez, Ma. José; Castañar Jover, Ana Ma., 2015).

Ya en el siglo XX se suceden nuevos dispositivos que van aportando valor añadido y permiten medir y registrar mejores maniobras, con lo cual se producen en este siglo importantes avances en el conocimiento de la fisiopatología respiratoria. El término de capacidad vital forzada (CVF) fue descrito por Strohl en 1919; en 1932 la capacidad ventilatoria máxima calculada fue descrita por Jansen, y medida en 1933 por Hermannsen; Tiffenau y Pinelli describieron el cociente FEV₁/VC en 1948; en 1951 Gaensier describió la espirometría cronometrada; Fry y Hyatt estudiaron las interrelaciones entre presiones, flujo y volúmenes y describieron por primera vez las curvas flujo-volumen (Rodríguez Rocha, 2012).

Así mismo, en años recientes ha existido un esfuerzo creciente para estandarizar la espirometría, con el fin de establecer los mismos procedimientos con los que se debe llevar a cabo la prueba. La primera reunión de expertos para estandarización de la espirometría fue auspiciada por la Sociedad Americana de Tórax (ATS) en 1979 y resultó en los primeros estándares de espirometría de la ATS. Estos estándares fueron actualizados en 1987 y 1994. De igual forma hubo una iniciativa similar de la Sociedad Europea para el Acero y el Carbón en 1983, siendo actualizada como los estándares de espirometría de la Sociedad Europea Respiratoria (ERS) en 1993. En busca de una mayor internalización en el 2005 aparecen los estándares de espirometría de la ATS/ERS (Pérez Padilla, 2015).

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA PULMONAR.

La mayor parte de los tejidos del organismo necesita oxígeno para producir energía, de modo que, para que funcione normalmente, debe haber un aporte continuo de oxígeno. El dióxido de carbono es un producto terminal de este metabolismo aeróbico que debe eliminarse de los alrededores de células metabolizantes. Las

funciones principales del sistema respiratorio son obtener oxígeno del ambiente externo y abastecer a las células, además expulsar del cuerpo el dióxido de carbono producido por el metabolismo celular (G. Levitky, 2007).

El sistema respiratorio está formado por los pulmones, las vías respiratorias de conducción, las partes del sistema nervioso central que intervienen en el control de los músculos de la respiración y la pared torácica, esta última formada por los músculos de la respiración y la caja torácica (G. Levitky, 2007).

○ VÍAS RESPIRATORIAS

Después de atravesar la nariz o la boca, la faringe y la laringe (vías respiratorias altas), el aire entra en el árbol traqueobronquial. Empezando por la tráquea, el aire se conduce entre 10 y 23 generaciones, o ramificaciones, en su camino hacia los alvéolos (G. Levitky, 2007).

Las 16 primeras generaciones de las vías respiratorias, o *zona de conducción*, no contienen alvéolos y, por tanto, anatómicamente no son susceptibles de intercambio gaseoso con la sangre venosa, constituyen el *espacio muerto anatómico*. Los alvéolos comienzan a aparecer en la generación 17 a 19, en los bronquiolos respiratorios, que constituyen la *zona de transición*. Las generaciones 20 a 22 están revestidas de alvéolos. Estos *conductos alveolares*, así como los *sacos alveolares*, con que termina el árbol bronquial, se conocen como la *zona respiratoria* (G. Levitky, 2007).

La parte del pulmón abastecida por un bronquio respiratorio primario se denomina *ácino*, y todas las vías respiratorias de un ácino participan en el intercambio gaseoso. Las numerosas ramificaciones de las vías respiratorias producen un área transversal total inmensa de las porciones distales del árbol traqueobronquial, aunque los diámetros de las vías respiratorias individuales son bastante pequeños (G. Levitky, 2007).

La tráquea es un conducto fibromuscular sostenido, en la parte ventrolateral, por un cartílago cerrado, en forma de C y, por la parte dorsal, por músculo liso; el cartílago

del bronquio principal también es semicircular, pero a medida que penetra en los pulmones, el anillo cartilaginoso desaparece y es sustituido por placas de cartílago de forma irregular que rodea completamente a los bronquios y dan su forma cilíndrica a los bronquios intrapulmonares. Estas placas, ayudan a sostener las vías respiratorias principales, disminuyen progresivamente en las vías respiratorias distales. Por definición, las vías respiratorias sin cartílago se denominan *bronquiolos*. Bronquiolos y conductos alveolares carecen de cartílago de sostén, por lo que se colapsan cuando se comprimen, esto se contrarresta parcialmente por la sujeción de los tabiques alveolares que contienen tejido elástico, a sus paredes. En las vías respiratorias distales, la capa muscular la rodea por completo. Esta capa está mezclada con fibras elásticas. Hacia los alvéolos, la capa muscular se adelgaza, aunque puede encontrarse músculo liso incluso en las paredes de los conductos alveolares (B. West, 2012).

Todo el aparato respiratorio, excepto parte de la faringe, el tercio anterior de la nariz y las unidades respiratorias distales a los bronquiolos terminales está revestido de células ciliadas intercaladas con células caliciformes secretoras de moco y otras células secretoras. Las células ciliadas son células cilíndricas pseudo estratificadas en las vías aéreas más grandes que se convierten en cúbicas en los bronquiolos. En éstos, las células caliciformes son menos frecuentes, y son sustituidas por otro tipo de célula secretora, la célula de Clara. El epitelio ciliado, el moco secretado por las glándulas situadas a lo largo de las vías respiratorias, las células caliciformes y los productos secretores de las células de Clara constituyen un mecanismo importante de la protección del pulmón (B. West, 2012).

- ESTRUCTURA PULMONAR.

Los pulmones tienen una configuración externa que se amolda idénticamente a la forma interna de la pared torácica, la cara superior del diafragma y las caras laterales del mediastino, incluyendo el corazón. El tamaño pulmonar depende del tamaño total alcanza de 4 a 6 litros y la movilidad del límite inferior de los pulmones puede desplazarse de 4 a 6cm con inspiraciones o espiraciones profundas. El

pulmón derecho se divide en tres lóbulos (superior, medio e inferior) y el pulmón izquierdo en dos lóbulos (superior e inferior) todos cubiertos independientemente por una capa de pleura visceral. Cada pulmón recibe a través de su hilio, un bronquio principal y una rama de la arteria pulmonar que también funcionan como sostén anatómico. Los lóbulos pulmonares se dividen en segmentos, un total diez para cada pulmón, y cada segmento recibe un bronquio correspondiente (B. West, 2012).

La arteria pulmonar emerge del ventrículo derecho y da origen a las dos arterias principales, una para cada pulmón. Las arterias se dividen de manera paralela a los bronquios hasta llegar a los bronquiolos terminales. Las venas siguen un patrón de división diferente, y se puede encontrar una vena entre dos pares de arterias y venas subyacentes. El grosor de las arterias pulmonares es menor al de las sistémicas en la misma proporción de diferencia de presiones, es decir de 1:5. Las arterias pulmonares también suplen de nutrientes a los pulmones; este aporte nutritivo se complementa en la vía aérea a partir de las arterias bronquiales y con oxígeno tomado directamente del aire inspirado (G. Levitky, 2007).

- UNIDAD ALVEOLOCAPILAR.

La *unidad alveolocapilar* es el lugar de intercambio gaseoso en el pulmón. Los alvéolos son los espacios anatómicos más distales (periféricos) a los cuales llega el aire para realizar el intercambio gaseoso. Se estima un número aproximado de 500 millones de alvéolos, con un diámetro de cada una de ellas de 0.3mm de diámetro, con una superficie de 50 a 100m². Esta estructura es inherentemente inestable. A causa de la tensión superficial del líquido tapiza los alvéolos, aparecen fuerzas relativamente grandes que tienden a colapsar los alvéolos. Afortunadamente, parte de las células que revisten a los alvéolos secretan una sustancia denominada *agente tensioactivo (surfactante)*, que disminuye la tensión superficial de la capa que tapiza los alvéolos (G. Levitky, 2007).

Lo que llamamos parénquima pulmonar está formado por el epitelio alveolar cubierto por completo de capilares y sólo separados entre ellos por el intersticio pulmonar.

Las capas de epitelio alveolar y endotelio vascular representan el 50% de la barrera entre el aire y la sangre de los capilares, mientras que las células intersticiales y la matriz intercelular representan el 35% y 15% restante.

El epitelio alveolar está compuesto por una fina capa única de células epiteliales escamosas, las células alveolares tipo I. Las células cúbicas alveolares de tipo II están intercaladas entre ellas; son más grandes y producen la capa líquida que tapiza los alvéolos. Si bien hay cerca del doble de células de tipo II que de tipo I en el pulmón humano, estas últimas cubren del 90-95% de la superficie alveolar, pues la célula promedio de tipo I tiene una superficie mucho mayor que la célula promedio de tipo II. En el interior de los alvéolos normalmente se pueden encontrar otras células libres que participan en los mecanismos de defensa. El macrófago alveolar fagocítico de alcance libre, patrullan la superficie de los alvéolos y fagocitan las partículas inspiradas (B. West, 2012).

○ TÓRAX ÓSEO Y MÚSCULOS RESPIRATORIOS

El tórax óseo y los músculos respiratorios primarios y secundarios representan el sostén y la parte motora del sistema respiratorio. La columna vertebral, donde emergen doce pares de costilla que se articulan anteriormente al esternón representan el sostén óseo. Los movimientos finales de la caja torácica son resultado de la acumulación de movimientos mucho más pequeños de cada cuerpo vertebral y arco costal con un efecto mucho mayor hacia las partes anteriores del tórax. Durante la inspiración los arcos costales, se tornan más horizontales: la parte anterior de los arcos costales (y con ellos el esternón) se desplazan frontal y superiormente y mucho menos de manera lateral (Cristancho G, 2012).

El diafragma es el principal músculo respiratorio. Además, constituye el piso de la caja torácica y separa los pulmones y mediastino de las vísceras abdominales. Está formada por ases musculares distribuidos casi verticalmente e insertándose sobre la circunferencia interna de la caja torácica; su parte superior está formada por un tendón central. Al final de una respiración normal el diafragma alcanza el cuarto espacio intercostal sobre la línea media claviclar derecha, y el quinto espacio

intercostal sobre la línea medio clavicular izquierda, a la misma altura de la décima vértebra torácica. La configuración del diafragma facilita los movimientos respiratorios; durante la contracción muscular, desciende el tendón central y aumenta las dimensiones del tórax en todas direcciones, vertical, anteroposterior y transversalmente (Cristancho G, 2012).

Los músculos intercostales internos y externos se encuentran distribuidos en ases que van entre los bordes superiores e inferiores de las costillas, cubriendo los espacios intercostales. Los músculos intercostales internos se agrupan en un grupo intercostal y otro intercondral. Estos músculos se consideran primarios de la respiración, ya que muestran actividad electromiográfica durante la inspiración (Cristancho G, 2012).

Otros músculos que pueden asistir la inspiración o espiración se han denominado accesorios de la respiración o secundarios. Los músculos del cuello, escaleno, esternocleidomastoideo y trapecio pueden facilitar la inspiración en condiciones de ineficiencia diafragmática. Así mismo, los músculos del abdomen, el oblicuo externo, el oblicuo interno, el transverso y el recto del abdomen, pueden auxiliar la espiración en maniobras de espiración forzada.

El ciclo respiratorio se divide en la inspiración y espiración. La inspiración inicia con la contracción diafragmática. El diafragma desciende uno o dos centímetros durante la respiración normal, pero en inspiraciones o espiraciones profundas puede desplazarse hasta 10 centímetros. La cavidad torácica o intrapleural mantiene una presión negativa o subatmosférica de aproximadamente de -2 a -3cmH₂O. Esto permite equilibrar las fuerzas de retracción elástica del pulmón evitando su colapso. Durante la contracción diafragmática la presión intrapleural desciende en condiciones de reposo hasta -5 a -6 cmH₂O permitiendo una mayor expansión pulmonar. La presión dentro de los alvéolos siempre tiende a equilibrarse con la presión atmosférica, de tal suerte que simultáneamente con la caída de la presión intrapleural se genera un flujo de aire desde el exterior hasta los alvéolos. Este volumen de aire generado durante la inspiración es lo que se conoce como *volumen*

corriente. La espiración es un fenómeno pasivo que ocurre al final de la inspiración cuando las propiedades elásticas de los pulmones permiten que retorne a su estado de reposo (Cristancho G, 2012).

VENTILACIÓN PULMONAR

Los objetivos de la respiración son suministrar oxígeno a los tejidos y eliminar dióxido de carbono; el sistema circulatorio está implicado en esta tarea, mediante el transporte de estas sustancias entre los pulmones y el resto del organismo (Rodríguez Rocha, 2012).

La respiración puede dividirse en cuatro procesos funcionales:

- 1.- Ventilación pulmonar, se refiere al flujo de aire de entrada y salida entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.
- 2.- Difusión de oxígeno y del dióxido de carbono entre los alvéolos y la sangre.
- 3.- Transporte del oxígeno y del dióxido de carbono de la sangre y de los líquidos corporales a las células y desde ellas.
- 4.- Regulación de la ventilación y de otras funciones metabólicas.

Para que la respiración se realice de forma correcta es necesario una adecuada *ventilación pulmonar*, ésta consiste en la entrada (inspiración) y la salida (espiración) de aire del pulmón. Una persona adulta y sana normalmente respira de 12 a 15 veces por minuto y moviliza 500 mililitros de aire por respiración.

La ventilación pulmonar es el movimiento de gas desde el exterior a los pulmones realizado durante la respiración, y determina la capacidad de renovación cíclica del gas alveolar introduciendo aire rico en oxígeno (O_2) y eliminando la porción de gas alveolar con alto contenido en anhídrido carbónico (CO_2), para lo cual necesita un sistema conductor (el árbol traqueo bronquial) y un sistema de fuerza motriz capaz de generar un flujo inspiratorio y vencer las resistencias del propio parénquima

pulmonar y de la caja torácica (mecánica ventilatoria), que se opone a su paso (Cristancho G, 2012).

El grado de rigidez o de *distensibilidad* del tejido pulmonar va afectar la cantidad de presión necesaria para aumentar o disminuir el volumen del pulmón. La distensibilidad pulmonar puede afectar a la elasticidad. Conforme aumenta la rigidez, el pulmón pierde cada vez más la capacidad de regresar a su tamaño normal durante la espiración (E. Hyatt, y otros, 2009).

La magnitud de la *resistencia* al flujo del aire también puede afectar a los volúmenes pulmonares. La resistencia es una medida de la facilidad con la cual el aire pasa a través de las vías aéreas. Esta resistencia está determinada por el número, la longitud y el diámetro de las vías aéreas (E. Hyatt, y otros, 2009).

La capacidad total de los pulmones resulta en ocasiones útil para comprender la patología pulmonar. Una estimación razonable de la capacidad pulmonar total se puede obtener al combinar varios parámetros volumétricos. Los parámetros más comunes son (De Ávila Cabezón, y otros, 2013):

1. **Volumen corriente** (volumen tidal, en inglés: *Tidal Volumen*): es, durante una respiración tranquila y relajada, el volumen de aire que es inhalado o exhalado con cada respiración.
2. **Volumen de reserva espiratoria o VRE:** es la máxima cantidad de aire que es exhalada de manera forzada después de una inspiración normal y una espiración normal. La cantidad de aire exhalado será mayor que la que había sido inhalada inmediatamente antes.
3. **Volumen de reserva inspiratoria o VRI:** es la máxima cantidad de aire que puede ser inhalada de manera forzada después de una inhalación normal.
4. **Volumen residual o VR:** es la cantidad de aire que permanece en los pulmones después de la espiración máxima.
5. **Capacidad vital o CV:** es la máxima cantidad de aire que puede ser exhalada después de una inhalación máxima. La capacidad vital es la suma

del volumen tidal, del volumen de reserva inspiratorio y del volumen de reserva espiratorio.

6. **Capacidad pulmonar total o CPT:** es la suma de la capacidad vital y del volumen residual.

ESPIROMETRÍA

La espirometría sirve para ver el tamaño de los pulmones y el calibre de los bronquios. Cuando los pulmones son pequeños, sea por una enfermedad pulmonar o bien por nacimiento, se puede meter y sacar poco aire de los mismos. Al volumen de aire que se puede sacar de los pulmones totalmente inflados se llama **Capacidad Vital Forzada (CVF)**, representa el máximo volumen de aire que puede ventilarse (movilizarse) dentro y fuera de los pulmones (E. Hyatt, y otros, 2009).

Cuando los bronquios están estrechos o cerrados, el aire dentro de los pulmones sale más lento que cuando están bien abiertos, esto se describe como “flujos de aire disminuidos”. La medida más importante del flujo de aire es el **Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF₁)**, esta es la cantidad de aire que puede sacar un individuo, en un segundo después de iniciar la exhalación, teniendo los pulmones completamente inflados y haciendo su máximo esfuerzo. Normalmente en el primer segundo se saca la mayor parte del aire de los pulmones, o sea de la capacidad vital. En personas jóvenes se puede sacar en el primer segundo el 80% de la capacidad vital, o sea que en jóvenes el VEF₁ en litros es de aproximadamente el 80% de la capacidad vital en litros (2012).

La otra medida importante que se hace en la espirometría es el cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada, índice llamado VEF₁/CVF. Vimos que normalmente el VEF₁ es el 80% de la capacidad vital en personas jóvenes, esto quiere decir que el VEF₁/CVF es de 80%. Si tenemos una persona con los pulmones pequeños, pero con los bronquios normales o bien abiertos, la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones (capacidad vital) va a estar disminuida, pero podrá sacar en el primer segundo la misma proporción de

aire (por ejemplo el 80%), es decir el VEF_1/CVF seguirá siendo el normal. A diferencia, cuando los bronquios están obstruidos, se sacará menos del 80% del aire en el primer segundo por lo que la relación VEF_1/CVF estará disminuida (Antona Rodríguez, Ma. José; Castañar Jover, Ana Ma., 2015).

Los valores de espirometría (VEF_1 , CVF y VEF_1/CVF) dependen de varios factores. Uno muy importante es el tamaño de los pulmones. Una persona de tamaño grande tiene pulmones más grandes que una persona pequeña. Por lo tanto, la capacidad vital y el VEF_1 dependen del tamaño de los pulmones que correlaciona con la talla. Otro factor importante es el sexo de la persona. Las mujeres tienen pulmones más pequeños que los hombres, aunque tengan la misma talla y edad. El tercer factor importante es la edad, ya que conforme la persona envejece, hay un deterioro de la función pulmonar y sobre todo la resistencia de los bronquios al paso del aire, disminuyendo progresivamente el VEF_1 , la CVF y la relación VEF_1/CVF (Rodríguez Rocha, 2012).

○ TIPOS DE ESPIRÓMETROS

Se diferencian 2 grandes clases de espirómetros: los cerrados y los abiertos. Dentro de los cerrados están los húmedos y los secos, que constan de un sistema de recogida de aire que puede ser de pistón (caja que contiene en su interior un émbolo móvil) o de fuelle (más manejable) y de un sistema de inscripción montado sobre un soporte que se desplaza a la velocidad deseada. La mayoría de los espirómetros modernos también son capaces de derivar el valor del flujo a partir del volumen medido (García-Río, y otros, 2013).

En la actualidad, los espirómetros más utilizados corresponden a los denominados sistemas abiertos, por carecer de campana o recipiente similar para recoger el aire. Estos equipos miden directamente el flujo aéreo e, integrando la señal, calculan el volumen. (García-Río, y otros, 2013). Son precisos y exactos, una vez efectuados los ajustes necesarios, pero necesitan la comprobación de una adecuada calibración y de las condiciones de medida.

APLICACIONES, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES.

Al margen de su utilidad para el diagnóstico y la monitorización de muchas enfermedades respiratorias, la espirometría tiene otras potenciales aplicaciones.

Resulta imprescindible para el diagnóstico y seguimiento de la mayoría de las enfermedades respiratorias. Además, permite valorar el impacto sobre la función pulmonar de enfermedades de otros órganos o sistemas (cardíacas, renales, hepáticas, neuromusculares, etc.). Se recomienda la realización sistemática de espirometría a personas mayores de 35 años con historia de tabaquismo (>10paquetes/año) y con algún síntoma respiratorio. Sus principales indicaciones de la espirometría se resumen en la tabla 1. (García-Río, y otros, 2013)

<p>Diagnósticas</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de síntomas o signos. Medición del efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar. Cribado de sujetos en riesgo de enfermedad pulmonar. Evaluación del riesgo de procedimientos quirúrgicos, especialmente torácicos o abdominales altos. Estimación de gravedad y pronóstico en enfermedades respiratorias o de otros órganos que afecten a la función pulmonar. Valoración del estado de salud antes del inicio de programas de actividad física intensa. Examen físico rutinario.
<p>Monitorización</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación del efecto de intervenciones terapéuticas. Monitorizar el curso de enfermedades que afecten a la función pulmonar. Monitorizar a personas expuestas a sustancias potencialmente tóxicas para los pulmones, incluyendo fármacos.
<p>Evaluación de deterioro/ discapacidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de rehabilitación. Evaluación de disfunción por seguro médico y valoraciones legales.
<p>Salud Pública.</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudios epidemiológicos. Generación de ecuaciones de referencia.
<p>Investigación clínica.</p>

Tabla 1. Indicaciones de la espirometría. (García-Río, y otros, 2013)

En general, la espirometría se tolera bien, por lo que en la práctica cotidiana existen pocas limitaciones para su realización. A partir de un análisis más detallado de la frecuencia de desarrollar complicaciones en determinadas situaciones de riesgo y de su gravedad, se han establecido ciertas contraindicaciones de la espirometría,

se han diferenciado las *absolutas*, en las que se desaconseja realizar prueba, y las *relativas*, que requieren una evaluación individualizada de la relación entre los riesgos potenciales y los beneficios esperados (Tabla 2). (García-Río, y otros, 2013)

<p>Absolutas</p> <p>Inestabilidad hemodinámica.</p> <p>Embolismo pulmonar (hasta estar adecuadamente anticoagulado).</p> <p>Neumotórax reciente (2 semanas tras la reexpansión).</p> <p>Hemoptisis aguda.</p> <p>Infecciones respiratorias activas.</p> <p>Infarto de miocardio reciente (7 días).</p> <p>Angina inestable.</p> <p>Aneurisma de la aorta torácica que ha crecido o de gran tamaño (>6cm).</p> <p>Hipertensión intracraneal.</p> <p>Desprendimiento agudo de retina.</p>
<p>Relativas.</p> <p>Niños menores de 5-6 años.</p> <p>Pacientes confusos o con demencia.</p> <p>Cirugía abdominal o torácica reciente.</p> <p>Cirugía cerebral, ocular u otorrinolaringológica reciente.</p> <p>Diarrea o vómitos agudos, estados nauseosos.</p> <p>Crisis hipertensiva.</p> <p>Problemas bucodentales o faciales que impidan o dificulten la colocación y la sujeción de la boquilla.</p>

Tabla 2. Contraindicaciones de la espirometría. (García-Río, y otros, 2013)

En cualquier caso, las complicaciones de la espirometría forzada son infrecuentes. Las más habituales son accesos tusígenos, broncoespasmo, dolor torácico, mareo, incontinencia urinaria o aumento de la presión intracraneal. Muy raramente, el paciente puede sufrir un cuadro sincopal. La competencia del personal sanitario que realiza la espirometría es fundamental para detectar problemas y detener la prueba.

○ INTERPRETACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA

La espirometría es útil para el diagnóstico, para la valoración de la gravedad y para la monitorización de la progresión de las alteraciones ventilatorias. Su interpretación debe ser clara, concisa e informativa y su evaluación debe ser individualizada, teniendo en cuenta la representación gráfica y los valores numéricos (García-Río, y otros, 2013).

Se considera que la espirometría es *normal* cuando sus valores son superiores al límite inferior del intervalo de confianza (LIN). El LIN está alrededor del 80% del valor teórico del VEF_1 , CVF y VC, de 0.7 para la relación VEF_1 / CVF , y aproximadamente el 60% para el $FEF_{25-75\%}$ en sujetos menores de 65 años y de tallas no extremas. Sin embargo, estos valores son solo aproximaciones, por lo que se recomienda utilizar el LIN determinado a partir de las ecuaciones de referencia (García-Río, y otros, 2013).

La *alteración ventilatoria obstructiva* se define por una relación VEF_1 / CVF reducida (menor del LIN), a partir de una relación VEF_1 / CVF menor de 0.7, aunque este criterio es menos preciso y da lugar a falsos negativos en jóvenes y falsos positivos en ancianos (García-Río, y otros, 2013).

La obstrucción del flujo aéreo provoca una disminución desproporcionada de los flujos a bajos volúmenes que se refleja en una forma cóncava en la curva flujo-volumen (Ilustración 1), y cuantitativamente se manifiesta en una reducción proporcionalmente mayor del $FEF_{75\%}$ o del $FEF_{25-75\%}$ que del VEF_1 . La gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas se clasifica en función del valor del VEF_1 según las recomendaciones de la ATS/ERS (tabla 3), aunque también existen clasificaciones específicas de enfermedad, como la propuesta por la GOLD (García-Río, y otros, 2013) .

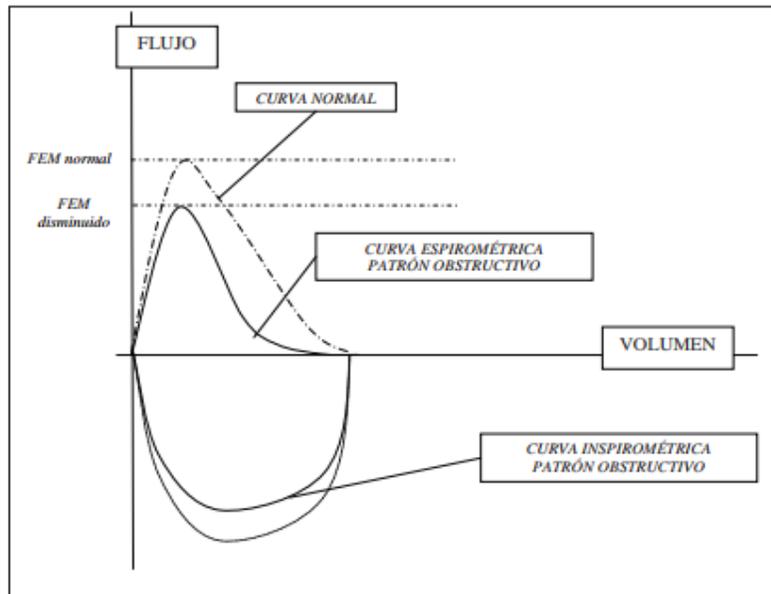


Ilustración 1. Patrón obstructivo (Flujo - Volumen) (De Ávila Cabezón, y otros, 2013)

Nivel de gravedad.	VEF ₁ (% valor de referencia).
Leve	>70%
Moderada	60-69%
Moderadamente grave	50-59%
Grave	35-49%
Muy grave	<35%

Tabla 3. Clasificación de la gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas. (García-Río, y otros, 2013)

La *alteración ventilatoria “no obstructiva”* se define por una CVF reducida con una relación VEF₁ /CVF por encima del LIN o incluso al valor medio de referencia. Se debe sospechar un trastorno restrictivo cuando la CVF esté por debajo del LIN, la

relación VEF_1 /CVF supere su LIN y la curva flujo-volumen presente una morfología convexa. Sin embargo, solo es posible confirmar esta circunstancia si se objetiva una reducción de la capacidad total pulmonar (CPT). (García-Río, y otros, 2013)

La coexistencia de un defecto obstructivo y no obstructivo en un paciente se define cuando tanto la CVF como la relación VEF_1 /CVF están por debajo de sus respectivos LIN. Para dilucidar si el origen es atrapamiento aéreo (hiperinsuflación) o autentica restricción, se debe realizar una medición de la CPT. (García-Río, y otros, 2013)

- Prueba broncodilatadora

La prueba de reversibilidad de la limitación al flujo aéreo, comúnmente denominada prueba de broncodilatación, consiste en la medición de la función pulmonar antes y después de administrar un broncodilatador de acción rápida.

El estudio de la reversibilidad bronquial está indicado ante la sospecha de asma, en la obtención de una espirometría obstructiva por primera vez, para evaluar la posible respuesta adicional o regímenes alternativos de tratamiento en pacientes con reversibilidad y cuyo VEF_1 permanece por debajo del 80% del predicho a pesar del tratamiento, para determinar el grado de discapacidad y para la evaluación preoperatoria cuando existe limitación al flujo aéreo (García-Río, y otros, 2013).

PATRÓN OBSTRUCTIVO DE LA VÍA AÉREA.

El asma y la EPOC son las condiciones de las vías respiratorias obstructivas más prevalentes. Ambas son enfermedades complejas en las que se han representado los procesos inflamatorios y de remodelación (Hirota, y otros, 2013).

Desde la perspectiva histológica, la vía aérea humana se puede dividir en tres capas: la pared interna, la pared externa, y las capas de músculo liso. La pared interna se refiere al epitelio, la membrana basal, y la submucosa. La capa de la pared externa se compone de tejido conectivo suelto entre la capa muscular y el parénquima circundante. En comparación con las vías respiratorias sanas, se ha

demostrado que todas las capas de las vías respiratorias presentar algunas alteraciones en las enfermedades obstructivas de las vías respiratorias. Alteraciones epiteliales, de células caliciformes e hiperplasia de la glándula submucosa, hiperplasia de las células del músculo liso y la hipertrofia, fibrosis subepitelial, proliferación microvascular, cambios de cartílago, edema de la pared de las vías respiratorias, e infiltración de células inflamatorias son las principales características histológicas de las enfermedades de las vías respiratorias. (Hirota, y otros, 2013)

- Alteraciones estructurales en el asma.

Las principales características del asma son la presencia de síntomas respiratorios asociados con una limitación variable de flujo de aire, hipersensibilidad de las vías respiratorias, la inflamación bronquial y cambios estructurales. La remodelación de la vía aérea típica y características inflamatorias de asma pueden ser encontrados en las vías respiratorias grandes y pequeñas. El patrón inflamatorio dependerá del estado de la enfermedad. El proceso inflamatorio produce edema de la submucosa con infiltrado celular, angiogénesis de los vasos con dilatación y congestión, hipertrofia e hiperplasia del músculo liso. El aumento del número y tamaño de los vasos contribuye al engrosamiento de la pared bronquial y favorece la obstrucción de la vía aérea.

El daño que produce la inflamación sobre el epitelio respiratorio se traduce en una pérdida de la barrera epitelial. La extensión del daño epitelial parece ser el resultado de la disfunción del receptor del factor de crecimiento epidérmico (EFGR), el cual regula al factor de crecimiento epidérmico (FCE) necesario para una reepitelización adecuada. Los FCE estimulan la proliferación epitelial y producción de metaloproteasas (MMP) que degradan la matriz extracelular (MEC) y mantienen un balance con el TGF-3 que incrementa la síntesis de los componentes de la MEC e inhibe la producción de MMP. (Kabesch, y otros, 2012)

El fibroblasto es una célula clave en el proceso de remodelación del asma, produce una gran cantidad de citocinas y factores de crecimiento e induce la síntesis de ácido hialurónico y otros proteoglicanos de la MEC.

En la remodelación de la vía aérea coexisten fenómenos que tienden a agravar la obstrucción y la hiperreactividad bronquial (incremento de la masa del músculo liso, reorganización de la elastina y cartílago), junto con mecanismos compensadores de daño inflamatorio bronquial (regeneración epitelial, depósito de colágeno subepitelial y entre las capas musculares). Hay angiogénesis durante la reconstrucción de la vía aérea, infiltración vascular y vasodilatación, cambios que pueden ser resultado del daño directo sobre el epitelio y producir remodelación. Estos cambios pueden ser el resultado del daño directo y producir remodelación (Hirota, y otros, 2013).

- Las alteraciones estructurales en la EPOC.

La EPOC se caracteriza por una limitación del flujo de aire, fijo o parcialmente reversible y los síntomas clínicos tales como aumento de la producción de esputo, tos, respiración sibilante y disnea. El consumo de cigarrillos es su principal factor etiológico.

En las grandes y pequeñas vías respiratorias, mucosa bronquial de la EPOC se caracteriza por metaplasia de células escamosas, la pérdida de los cilios del epitelio, hiperplasia de células caliciformes, la ampliación de la glándula de moco, la hipertrofia del músculo liso y la infiltración de células inflamatorias. La fibrosis de la pared de la vía respiratoria y las lesiones estenóticas se observan también en las vías aéreas pequeñas y, además de un cambio en el equilibrio proteasa-antiproteasa, están implicados en el desarrollo de enfisema. Estas modificaciones patológicas se traducen en un aumento de las secreciones bronquiales y obstrucción de las vías respiratorias. (Caramori, y otros, 2011)

El patrón inflamatorio en la EPOC se caracteriza por un aumento de neutrófilos, macrófagos, células T CD8+, eosinófilos con IL-8, factor de necrosis tumoral (TNF),

leucotrieno B₄ , y TGF- β siendo los principales mediadores de la inflamación. En la EPOC, todos estos cambios estructurales se atribuyen principalmente a la lesión directa y la inflamación de los componentes del humo del cigarrillo. (Caramori, y otros, 2011)

CÁNCER Y ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA.

La EPOC es una enfermedad prevenible y tratable con algunos efectos extrapulmonares significativos que pueden contribuir a la gravedad en los pacientes individuales. Su componente pulmonar se caracteriza por una limitación del flujo de aire que no es totalmente reversible. La limitación del flujo aéreo es generalmente progresiva y está asociada con una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas nocivas o gases.

La EPOC es actualmente la principal causa de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. La prevalencia y la carga de la EPOC se prevé aumenten en las próximas décadas debido a la exposición continua a los factores de riesgo de la EPOC y la estructura de edades cambiante de la población mundial. Las mujeres fumadoras parecen ser más susceptibles que los hombres fumadores a desarrollar EPOC. Enfermedades pulmonares relacionadas con el tabaquismo como la EPOC y el cáncer de pulmón están aumentando las epidemias de mujeres a nivel mundial.

Curiosamente, la EPOC que se caracteriza por una inflamación crónica de la vía aérea inferior, es también un importante factor de riesgo independiente para el carcinoma de pulmón. Entre los fumadores a largo plazo. De hecho, la presencia de EPOC aumenta el riesgo de cáncer de pulmón hasta 4.5 veces, y más aún en los portadores de deficiencia alfa-1-antitripsina. Incluso una modesta reducción en el volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF₁), un marcador de la obstrucción del flujo aéreo, es un predictor significativo de cáncer de pulmón, especialmente entre las mujeres. Es interesante que aumenta el riesgo de cáncer de pulmón significativamente para las mujeres blancas con antecedentes de EPOC, pero no en las mujeres afroamericanas.

El cáncer de pulmón es también una causa importante de morbilidad y mortalidad en los pacientes con EPOC (Peter J. Barnes; Ian M. Adcock, 2011). Esta evidencia se desprende de un gran estudio longitudinal de los fumadores asintomáticos con EPOC leve a moderada, donde después de un seguimiento de 14.5 años, el 33% de estos sujetos murieron de cáncer de pulmón.

El cáncer de pulmón y la EPOC comparten por lo tanto un factor de riesgo común, el tabaquismo, a través del cual también pueden compartir mecanismos patogénicos similares (Caramori, y otros, 2011), sin embargo, la contaminación ambiental e intradomiciliaria son reconocidos como factor de riesgo tanto para la EPOC y cáncer de pulmón; y el enfisema pulmonar, presente en la EPOC grave, representa otro factor de riesgo para cáncer de pulmón, incluso en los no fumadores de por vida.

La carcinogénesis es un proceso complejo caracterizado por la acumulación de múltiples alteraciones genéticas independientes, a menudo con la sobreexposición de oncogenes y la pérdida de genes supresores de tumores. Estas alteraciones genéticas alteran la regulación normal de las vías de señalización celular, esencial para el control del crecimiento celular, la diferenciación y la apoptosis. (Kabesch, y otros, 2012)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El estudio de la función pulmonar es clave en la evaluación diagnóstica y el seguimiento de los pacientes con enfermedades respiratorias. Además, tiene otras aplicaciones clínicas muy importantes, como son la evaluación del riesgo quirúrgico, la discapacidad y el pronóstico. La información que proporcionan es objetiva, precisa, reproducible y fiable.

La espirometría forzada es imprescindible para el diagnóstico de EPOC. La obstrucción del flujo aéreo y el tabaquismo está fuertemente relacionada con el cáncer de pulmón. A pesar de ello, en los últimos años ha aparecido una controversia importante acerca de la recomendación o no de realizar screening, sobre todo de EPOC, en población sana, existiendo un claro desacuerdo entre diversas guías de práctica clínica.

En el año 2005 se publicaron los primeros datos de prevalencia de EPOC en Latinoamérica, provenientes del estudio Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar (PLATINO). Es un estudio poblacional, de diseño transversal, realizado en 5 ciudades (São Paulo, Ciudad de México, Montevideo, Santiago de Chile y Caracas) para medir la prevalencia de EPOC en individuos de 40 años y más, mediante un cuestionario validado y espirometría pre y posbroncodilatador. La situación epidemiológica de la EPOC en estos países en desarrollo resulta inquietante, con cifras de prevalencia que van del 7,8% en Ciudad de México al 19,7% en Montevideo. Otros datos de PLATINO indican que la EPOC es con frecuencia subdiagnosticada (89%), diagnosticada de forma incorrecta (63%) y subtratada, ya que solo una cuarta parte de los enfermos reciben tratamiento. Uno de los principales factores relacionado con estos problemas es la subutilización de la espirometría como herramienta diagnóstica

En el ámbito oncológico, el uso de la espirometría va dirigido en la valoración prequirúrgica, pero no como método diagnóstico.

Lo anterior, evidencia la subutilización del estudio espirométrico, tanto en pacientes con factores de riesgo, como para el correcto diagnóstico de EPOC. Por ello, es importante realizar estudios donde se demuestre la utilidad de la espirometría, no solo en pacientes con factores de riesgo para EPOC, cáncer pulmonar y como estudio prequirúrgico; tomando en cuenta la alta prevalencia de cáncer en nuestra población nacional, no pulmonar, así como el factor exposicional a biomasa y contaminación ambiental.

JUSTIFICACION.

A nivel mundial, 63% de las muertes anuales son causadas por enfermedades no transmisibles que generalmente son crónicas, es decir, son de larga duración y progresan lentamente; las cuatro principales son: las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias crónicas, la diabetes y el cáncer, que juntas causan aproximadamente 38 millones de defunciones al año de las cuales, 75% se concentran en países de bajos y medianos ingresos.

En México se registran 160 mil nuevos casos de cáncer cada año, 80 mil fallecimientos y cerca de 70 por ciento se diagnostican en etapas avanzadas de la enfermedad, lo que complica el tratamiento e impacta en la supervivencia de los afectados.

El Hospital General de México reportó que, durante el año 2014, atendió 661 450 consultas en total, siendo las neoplasias malignas la primera causa de consulta (7.28%), la enfermedad pulmonar obstructiva crónica se encuentra entre las primeras 20 enfermedades. Así mismo, las neoplasias malignas persisten en los primeros lugares de motivo de egreso hospitalario y motivo de defunción.

Dentro del servicio de Neumología de este hospital, se reporta a la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica como la segunda enfermedad reportada en la consulta externa, mientras que las neoplasias malignas ocupan el lugar número 7 en frecuencia. Estos lugares cambian, tanto en motivo de egresos y defunciones, donde las neoplasias son más frecuentes.

En el departamento de Fisiología Pulmonar, se ha ido incrementando progresivamente la demanda de espirometría preoperatoria, en particular en pacientes con diagnóstico oncológico, pero aún desconocemos la incidencia de obstrucción de la vía aérea y padecimiento oncológico.

Este estudio busca identificar los parámetros espirométricos presentes en pacientes oncológicos; de forma objetiva se busca identificar el patrón de tipo obstructivo en pacientes oncológicos no pulmonares, y determinar la incidencia de obstrucción de la vía aérea y cáncer.

HIPÓTESIS.

- Existe cambios en las pruebas de función respiratoria en pacientes oncológicos
- El patrón espirométrico de tipo obstructivo, se presenta en pacientes con cáncer no pulmonar.
- La espirometría puede ser utilizado como prueba de cribado todo paciente oncológico.

OBJETIVOS.

- Identificar el patrón espirométrico de pacientes con oncológicos.
- Evaluar la relación de la presencia de patrón tipo obstructivo, tabaquismo y cáncer.
- Valorar el uso de la espirometría como prueba de cribado en pacientes oncológicos.
- Realizar diagnóstico oportuno de pacientes con patrón obstructivo de tipo asintomático.

METODOLOGIA.

ESTUDIO

- Observacional descriptivo: De acuerdo con los datos de recolección en la solicitud de Pruebas de Función Pulmonar, del Laboratorio de Fisiología Pulmonar del HGM se identificarán grado de obstrucción de la vía aérea, antecedentes de tabaquismo y de exposición a biomasa, antecedentes patológicos personales, cuadro clínico y diagnóstico.
- Muestreo por conveniencia: Se incluirán a todos los pacientes que acudan al Laboratorio de Fisiología pulmonar del HGM con el diagnóstico oncológico de tumor torácico.
- Tamaño de la muestra: Todos los pacientes que acudieron en el año 2016 y que cumplieran con los criterios de selección.

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

1. De inclusión:

Pacientes mayores de 18 años.

De cualquier género.

Con diagnóstico de cáncer de cualquier órgano.

Pacientes sin contraindicaciones para realizar la espirometría.

2. De no inclusión:

Pacientes sin diagnóstico oncológico de tumor torácico.

3. De eliminación:

Pacientes con contraindicaciones para realizar la espirometría.

Pacientes que no pueden llevar a cabo las pruebas de función respiratoria.

Pruebas de función respiratoria que no cumplen los criterios de calidad.

Durante el estudio se identificó, a través de la solicitud de pruebas de función pulmonar, a pacientes con el diagnóstico de patología oncológica, así mismo, los

antecedentes de tabaquismo y exposición a biomasa, antecedentes personales patológicos y cuadro clínico (tos, disnea, sibilancias). Al identificar a estos pacientes, se evaluará de forma intencionada la presencia de patrón obstructivo del flujo aéreo, ajustado al límite inferior de la normalidad por peso, talla, género y edad; y su respuesta a la prueba de broncodilatador.

Los datos serán capturados en el programa Excel, office Windows 10.0 y exportados a IBM SPSS v.23, donde se realizó el análisis estadístico.

CONSIDERACIONES ÉTICAS.

El estudio cumple con los principios éticos de la Asamblea Médica Mundial establecidos en la Declaración de Helsinki, Finlandia en 1964, a las modificaciones hechas por la misma asamblea en Tokio, Japón en 1975 en donde se incluyó la investigación médica (Investigación clínica).

RESULTADOS

- Características generales

Nuestro estudio incluyó una población total de 364 pacientes, los datos descriptivos de la muestra se resumen en la tabla 4. La edad promedio fue de $57,2 \pm 14.9$ años; de los cuales 88 fueron hombres (24.2%) y 276 mujeres (75.8%).

- Comorbilidades

Las comorbilidades con mayor frecuencia detectadas, fueron las respiratorias sólo 52 pacientes (14.2%) se conocían portadores de otras enfermedades; el Asma e Hiperreactores bronquiales estuvo presente en 28 pacientes (7.6%), mientras que la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica sólo en 13 pacientes (2.6).

- Factores de riesgo

Factores como el antecedente de tabaquismo se identificó en 140 pacientes (38.5%), de los cuales 38 (27.1%) presenta un índice tabáquico mayor de 20paq/año. Así mismo, 81 pacientes contaban con el antecedente de tabaquismo pasivo (22.3%).

El antecedente de exposición a biomasa se presentó en 194 pacientes (53.3%), de ellos 48 (24.7%) contaba con un índice de biomasa mayor de 200hrs/año.

- Diagnóstico oncológico

Inicialmente se agruparon los diagnósticos oncológicos en regiones corporales, de las cuales según su orden de frecuencia fueron las siguientes: abdomen inferior 185 (50.8%), tórax 86 (23.6%), cabeza y cuello 40 (11.0%), abdomen superior 33 (9.1%) y extremidades en 20 pacientes (5.5%).

De nuestra población solo 15 (4.1%) no contaba aún con el diagnóstico histopatológico; por orden de frecuencia los cánceres más frecuentes fueron el

cáncer cervicouterino 91 (25%), cáncer de ovario 56 (15.38%), cáncer de mama (14,28%), cáncer gástrico 18 (4.94%) y cáncer de próstata 15 (4.12%).

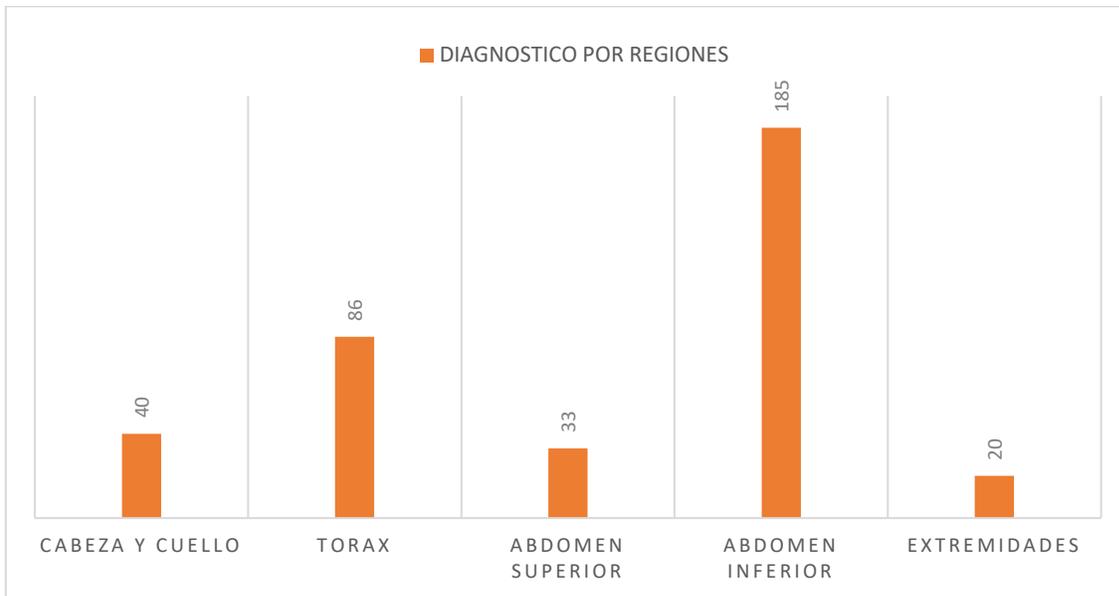


Ilustración 2. Diagnóstico por regiones.

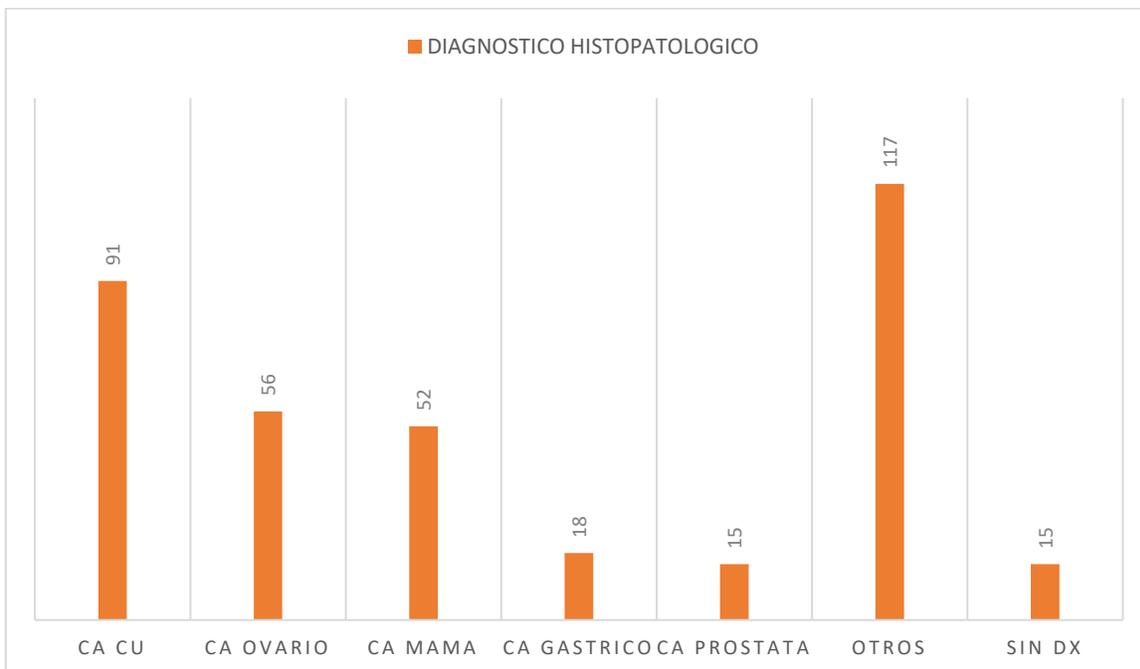


Ilustración 3. Diagnóstico histopatológico.

- Parámetros espirométricos.

En nuestra población encontramos valores normales de acuerdo con la GOLD en 271 pacientes (74.5%), un patrón de tipo obstructivo en 41 (11.3%) y sugestivo de restricción en 52 (14.3%). La severidad con mayor frecuencia fue la moderada en 17 pacientes (4.1%), y la menos frecuente fue la muy severa identificada solo en 1 paciente (0.3%).

Una respuesta positiva a la administración de broncodilatador (Salbutamol) se presentó sólo en 66 pacientes (18.1%)

Tabla 4. Resultados

CARACTERÍSTICAS	PACIENTES
DEMOGRÁFICAS	
- TOTAL	364
- GÉNERO FEMENINO	276 (75.8%)
- EDAD (AÑOS)	57.2 (7 – 91)
- INDICE DE MASA CORPORAL	28.5 (11.3 – 56.0)
COMORBILIDADES	
- SIN COMORBILIDADES	312 (85.7%)
- ASMA/ HPB	28 (7.6%)
- EPOC	13 (2.5%)
ANTECEDENTES EXPOSICIONALES	
- TABAQUISMO NEGATIVO	224 (61,5%)
- TABAQUISMO INVOLUNTARIO NEGATIVO	
- BIOMASA POSITIVO	283 (77.7%) 194 (53.3%)
REGIÓN	
- CABEZA Y CUELLO	40 (11%)
- TÓRAX	86 (23.6%)
- ABDOMEN SUPERIOR	33 (9.1%)
- ABDOMEN INFERIOR	185 (50.8%)
- EXTREMIDADES	20 (5.5%)
ESPIROMETRIA	
- NORMAL	271 (74.5%)
- PATRON OBSTRUCTIVO	41 (11.3%)
- PATRON RESTRICTIVO	52 (14.3%)
o SEVERIDAD LEVE	13 (3.6%)
o MODERADA	17 (4.7%)
o SEVERA	10 (2.7%)
o MUY SEVERA	1 (0.3%)
-	
RESPUESTA A LA PRUEBA CON BRONCODILATADOR	
- SIN RESPUESTA	
- CON RESPUESTA	298 (81.9%) 66 (18.1%)

DISCUSION

A nivel mundial, 63% de las muertes anuales son causadas por enfermedades no transmisibles que generalmente son crónicas, es decir, son de larga duración y progresan lentamente; las cuatro principales son: las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias crónicas, la diabetes y el cáncer, que juntas causan aproximadamente 38 millones de defunciones al año de las cuales, 75% se concentran en países de bajos y medianos ingresos.

Patologías pulmonares como la EPOC y el cáncer de pulmón, representan enfermedades con alta frecuencia. En la actualidad, la espirometría es el estándar de oro para el diagnóstico de la EPOC el cual ha sido avalado por la *Global Obstructive Lung Disease (GOLD)*, la *American Thoracic Society (ATS)* y la *European Respiratory Society (ERS)*. El cáncer de pulmón tiene un pronóstico malo debido a que típicamente se diagnostica en un estadio avanzado, cuando el paciente presenta síntomas; dicho diagnóstico, se realiza a través de la simple sospecha por los antecedentes del paciente y por la realización de diversos estudios diagnósticos.

La EPOC es considerada una enfermedad inflamatoria crónica, su mayor factor de riesgo es el tabaquismo; del cual se ha evidenciado como factor desencadenante de su estado proinflamatorio (Caramori, y otros, 2011). Estudios poblacionales como el estudio PLATINO evidenciaron la asociación entre el tabaquismo y EPOC, así mismo este estudio da pauta de la prevalencia de EPOC en México, la cual es reportada en un 7.8%, nuestro estudio arrojó una prevalencia del 13.8%. El estudio PLATINO también arrojó un subdiagnóstico de EPOC en México (6.9%), de nuestros 41 pacientes en los que se identificó un patrón obstructivo, 25 (60%) de ellos desconocían ser portadores del mismo.

El tabaquismo como factor de riesgo para EPOC y cáncer de pulmón ha sido muy bien estudiado (De Torres, y otros, 2015) (Dai, y otros, 2017); en nuestra población presenta una prevalencia de 38.5%, que concuerda con la prevalencia registrada

en el estudio PLATINO (24-39%). Nuestros resultados arrojaron una prevalencia de tabaquismo pasivo del 22.3%; Kim y col., reunieron datos de 18 casos-contróles, donde evidenciaron que el riesgo de cáncer aumenta con el incremento de años expuesto a tabaquismo pasivo (Kim, y otros, 2014).

La EPOC está fuertemente asociada a otras enfermedades, siendo evidente que estas comorbilidades tienen un impacto negativo en término de calidad de vida, exacerbaciones y mortalidad (Cavailles, y otros, 2013); en nuestra población la prevalencia de comorbilidades fue mínima.

No tenemos estudios con los cuales comparar nuestros resultados espirométricos; cabe destacar que estos valores son referencia para cumplir con diversos criterios quirúrgicos en pacientes con cáncer de pulmón; esto pone en evidencia que sería más adecuado clasificar los resultados espirométricos de acuerdo al límite inferior normal, sobre todo porque permitiría ajustar los valores al proceso de envejecimiento de los pacientes.

El hecho de que en nuestra muestra haya sido mayor la incidencia de obstrucción, traduce que cuando se seleccionan pacientes con mayores factores de riesgo, tendríamos que evaluar si los procesos proinflamatorios son comunes en ambas patologías y esto incrementa la incidencia de obstrucción de la vía aérea.

CONCLUSIONES

Una cuarta parte de nuestra población presenta alteración en su espirometría, más de la mitad de esta población desconocía ser portador de patología pulmonar. La gravedad de la obstrucción fue variada, siendo las formas leves las más frecuentes.

La hipoxia tumoral se ha asociado a mal pronóstico en numerosos tipos de cáncer. La hipoxia intratumoral es un factor de mal pronóstico observado en tumores de próstata, mama, musculoesquelético, cabeza y cuello, y cérvix, que se asocia a mayor tasa de fracaso a la radioterapia, quimioterapia y al aumento de las metástasis. (Fraga, y otros, 2009) Por lo anterior entendemos que, la respuesta al tratamiento oncológico dependerá de una adecuada oxigenación de los tejidos para un buen efecto terapéutico de los tratamiento a que será sometido, y por otro lado estos efectos se instalarán a largo plazo.

Factores de riesgo como tabaquismo activo y pasivo, así como la exposición a biomasa fueron identificados, siendo el más prevalente este último.

Es evidente la discrepancia entre nuestra muestra y la atención médica reportada para pacientes oncológicos. Creemos necesario la implementación de las espirometrías, dentro de la evaluación integral del paciente oncológico, sin importar el tipo de cáncer o el manejo terapéutico.

BIBLIOGRAFÍA

Antona Rodriguez, Ma. José; Castañar Jover, Ana Ma. Espirometría para Atención Primaria [Libro]. - Madrid : Ergon, 2015. - págs. 1-6.

B. West John Estructura y función [Sección de libro] // Fisiología respiratoria. Fundamentos.. - Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

B. West John Ventilación [Sección de libro] // Fisiopatología Pulmonar. Fundamentos.. - Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

Caramori Gaetano, Casolari PAolo y Narciso C Giorgio. Mechanisms involved in lung cancer development in COPD. [Publicación periódica] // The International Journal of Biochemistry & Cell Biology.. - 2011. - págs. 1030-1044.

Cavaillès Arnaud, Brinchault-Rabin Graziella y Dixmier Adrien Comorbidities of COPD [Publicación periódica] // Eur Respir Rev. - 2013. - págs. 454-475.

CD Mathers y D. Loncar Organización Mundial de la Salud [En línea]. - Noviembre de 2016. - <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/es/>.

Cortés Gabaudan Francisco. Dicciomed.eusal.es. Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. [En línea]. - 2011. - <http://dicciomed.fundacionusal.es> .

Cristancho G William Mecánica de la ventilación. [Sección de libro] // Fisiología respiratoria. Lo esencial en la práctica médica.. - [s.l.] : Manual Moderno, 2012.

Dai Jie [y otros] Lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease: From a clinical perspective. [Publicación periódica] // Oncotarget. - 2017. - págs. 1-10.

De Ávila Cabezón Gabriel, Glez. Rey Jaime y Rguez. Estévez César. Las cuatro reglas de la espirometría. [Publicación periódica] // Cuadernos de Atención Primaria.. - 2013. - págs. 7-50.

De Torres JP [y otros] Lung cancer in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Development and validation of the COPD Lung Cancer Screening Score. [Publicación periódica] // Am J Respir Crit Care Med. - 2015. - págs. 285-291.

E. Hyatt Robert, D. Scanlon Paul y Nakamura Masao Otras pruebas de la mecánica pulmonar: resistencia y distensibilidad. [Libro]. - Rochester : Lippincott William & Wilkins, 2009. - págs. 75-86.

Fraga Avelino, Ribeiro Ricardo y Medeiros Rui Hipoxia tumoral. Papel del factor inducible por hipoxia. [Publicación periódica] // Actas Urológicas Españolas.. - 2009. - págs. 941-951.

Función del pulmón enfermo. [Sección de libro] // Fisiopatología pulmonar. Fundamentos. / aut. libro B. West John. - Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2012.

G. Levitky Michael Función y estructura del sistema respiratorio [Sección de libro] // Fisiología Pulmonar. - México : McGraw-Hill Interamericana, 2007.

García-Río Francisco [y otros] Espirometría [Publicación periódica] // Arch Bronconeumol. - 2013. - págs. 388-401.

Hirota Nobuaki y G. Martin James. Mechanisms of airway remodeling. [Publicación periódica] // Chest. - 2013. - págs. 1026-1032.

Kabesch Michael y M. Adcock Ian Epigenetics in asthma and COPD. [Publicación periódica] // Biochimie. - 2012. - págs. 2231-2241.

Kim Claire [y otros] Exposure to secondhand tobacco smoke and lung cancer by histological type: a pooled analysis of International Lung Cancer Consortium (ILCCO) [Publicación periódica] // International Journal of Cancer. - 2014. - págs. 1918-1930.

Pérez Padilla Rogelio Manual de Entrenamiento en Espirometría [Informe] / ALAT. - México : ALAT, 2015. - pág. 25.

Peter J. Barners; Ian M. Adcock Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Lung Cancer: A lethal Association [Publicación periódica] // American Journal Of Respiratory and Critical Care Medicine. - 2011. - págs. 866-867.

Rodriguez Rocha Carlos La espirometría en Atención Primaria de Tenerife [En línea] // Soporte Audiovisuales e Informáticos. - 2012.

Rupérez Padrón Félix Estudio de prevalencia de la enfermedad obstructiva crónica (EPOC) en la población de San Cristóbal de La Laguna [En línea] // Soportes Audiovisuales e Infomáticos. - 2009. - <ftp://tesis.bbtck.ull.es/ccppytec/cp323.pdf>.

Salud Secretaría de Programa Nacional de SALud 2007-2012 [Informe]. - México, D.F. :
Secretaría de Salud, 2007.