

**DOI:** 10.26820/recimundo/4.(4).noviembre.2020.264-279

**URL:** <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/947>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIMUNDO

**ISSN:** 2588-073X

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 32 Ciencias Médicas

**PAGINAS:** 264-279



## Medición del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) y capacidad vital forzada (CVF) en espirometrías

Measurement of forced expiratory volume in the first second (FEV1) and forced vital capacity (FVC) in spirometry

Mensuração do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e da capacidade vital forçada (CVF) na espirometria

Raúl German Castro García<sup>1</sup>; Maria Rosa Zambrano Iza<sup>2</sup>

**RECIBIDO:** 10/07/2020 **ACEPTADO:** 02/09/2020 **PUBLICADO:** 10/11/2020

1. Magister en Diseño Curricular; Diploma Superior en Docencia Universitaria; Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias; Licenciado en Terapia Respiratoria; Tecnólogo Medico en Terapia Respiratoria; Docente de las Carrera de Terapia Respiratoria, Facultad de ciencias médicas. Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; castrogarciaraul50@gmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-4315-2031>
2. Licenciada en Terapia Ocupacional; Docente de la Universidad de Guayaquil; Terapeuta Ocupacional de Fundación sin fines de Lucro; Guayaquil, Ecuador; ma\_rosazambranoiza@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0002-7497-7151>

### **CORRESPONDENCIA**

Raúl German Castro García  
castrogarciaraul50@gmail.com

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

Los Test de evaluación pulmonar se basan en elementos de apoyo diagnóstico dentro de los cuales los más utilizados son: la espirometría, test de provocación con metacolina o ejercicio, y test de difusión con monóxido de carbono. Para la aplicación de este tipo de pruebas, el paciente debe haber suspendido previamente la medicación broncodilatadora. Se le indica que realice una inspiración máxima y a continuación que expulse por completo todo el aire de sus pulmones lo más rápidamente posible a través de la boquilla del espirómetro (el paciente debe llevar pinzas nasales e indicarle que mantenga bien cerrados los labios alrededor de la boquilla). Las mediciones espirométricas son dependientes del esfuerzo; por tanto es absolutamente esencial animar al paciente para conseguir determinaciones válidas. Las mediciones espirométricas suelen realizarse por triplicado, y la mejor de las tres es la que se considera en la evaluación del paciente. De igual forma, es necesario que todo internista tenga adecuado conocimiento teórico básico de este tipo de exámenes; en especial, en lo que refiere a indicaciones, interpretación y análisis de los resultados en un contexto clínico. Diferentes estudios realizados en diversas poblaciones han arrojado resultados diferentes importantes en los parámetros de la espirometría, demostrándose a través de los mismos cómo las diferentes etnias, la ubicación geográfica, la nutrición y la ubicación geográfica en que vive la persona influyen sobre la función pulmonar. Los parámetros que se obtienen de esta prueba clínica son: capacidad vital forzada (FCV o CVF), Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada (FEV1 o VEMS), y la relación FEV1/ FVC. He allí, la importancia del presente artículo, el cual, pretende analizar la medición del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) y capacidad vital forzada (CVF) en espirometrías.

**Palabras clave:** Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1); Capacidad Vital Forzada (CVF) en espirometrías; Test de evaluación pulmonar; Mediciones espirométricas; Enfermedades respiratorias Prevalentes.

## ABSTRACT

Pulmonary evaluation tests are based on diagnostic support elements, among which the most used are: spirometry, provocation test with methacholine or exercise, and diffusion test with carbon monoxide. For the application of this type of test, the patient must have previously suspended the bronchodilator medication. You are instructed to take a maximum inspiration and then to fully expel all the air from your lungs as quickly as possible through the mouthpiece of the spirometer (the patient should wear nose clips and instruct you to keep your lips tightly closed around the mouthpiece). Spirometric measurements are effort dependent; therefore it is absolutely essential to encourage the patient to achieve valid determinations. Spirometric measurements are usually performed in triplicate, and the best of the three is the one considered in the evaluation of the patient. In the same way, it is necessary that all internists have adequate basic theoretical knowledge of this type of exam; especially, with regard to indications, interpretation and analysis of the results in a clinical context. Different studies carried out in various populations have yielded important differences in spirometry parameters, demonstrating through them how the different ethnic groups, geographic location, nutrition, and geographic location in which a person lives influence lung function. The parameters obtained from this clinical test are: forced vital capacity (FCV or FVC), maximum expired volume in the first second of forced expiration (FEV1 or VEMS), and the FEV1 / FVC ratio. That is the importance of this article, which aims to analyze the measurement of forced expiratory volume in the first second (FEV1) and forced vital capacity (FVC) in spirometry.

**Keywords:** Forced Expiratory Volume in the first second (FEV1); Forced Vital Capacity (FVC) in spirometry; Pulmonary evaluation test; Spirometric measurements; Prevalent respiratory diseases.

## RESUMO

Os testes de avaliação pulmonar são baseados em elementos de suporte diagnóstico, entre os quais os mais utilizados são: espirometria, teste de provocação com metacolina ou exercício e teste de difusão com monóxido de carbono. Para a aplicação desse tipo de teste, o paciente deve ter suspendido previamente a medicação broncodilatadora. Você é instruído a obter uma inspiração máxima e, em seguida, expelir totalmente todo o ar de seus pulmões o mais rápido possível através do bocal do espirômetro (o paciente deve usar prendedores de nariz e instruí-lo a manter os lábios bem fechados ao redor do bocal). As medições espirométricas dependem do esforço; portanto, é absolutamente essencial encorajar o paciente a obter determinações válidas. As medidas espirométricas são geralmente realizadas em triplicata, sendo que a melhor das três é aquela que é considerada na avaliação do paciente. Da mesma forma, é necessário que todos os internistas tenham conhecimentos teóricos básicos adequados para este tipo de exame; especialmente, no que diz respeito às indicações, interpretação e análise dos resultados em contexto clínico. Diferentes estudos realizados em várias populações têm produzido diferenças importantes nos parâmetros espirométricos, demonstrando através deles como os diferentes grupos étnicos, localização geográfica, nutrição e localização geográfica em que uma pessoa vive influenciam a função pulmonar. Os parâmetros obtidos com esse teste clínico são: capacidade vital forçada (FCV ou FVC), volume expirado máximo no primeiro segundo de expiração forçada (VEF1 ou VEMS) e a relação VEF1 / CVF. Essa é a importância deste artigo, que tem como objetivo analisar a medida do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e da capacidade vital forçada (CVF) na espirometria.

**Palavras-chave:** Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF1); Capacidade Vital Forçada (FVC) em espirometria; Teste de avaliação pulmonar; Medidas espirométricas; Doenças respiratórias prevalentes.

## Introducción

La exploración de la función pulmonar, se realiza, a través de pruebas clínicas o Test que tratan de detectar o confirmar alteraciones fisiopatológicas que apoyen el diagnóstico y permitan valorar la gravedad, la respuesta a la terapia y la evolución de las enfermedades respiratorias en la infancia y la adolescencia. De allí, que según (Subiza, 2016), “exista en la Atención Primaria, un creciente interés en la utilización de técnicas de exploración de la función pulmonar que faciliten la valoración objetiva de las enfermedades respiratorias prevalentes, en especial del asma bronquial” (p.3)

En el asma bronquial, por ejemplo, la espirometría forzada a criterio de (Subiza 2016). “representa la técnica de elección que permite el diagnóstico y la monitorización de la función pulmonar en el niño colaborador, debido a su sensibilidad para detectar los cambios fisiopatológicos que caracterizan la enfermedad”. (p.3). Entiéndase con esto que, la espirometría forzada es una técnica de exploración de la función ventilatoria que mide volúmenes y flujos generados en el curso de una maniobra voluntaria de espiración forzada.

Los Parámetros que se obtienen, a través de la aplicación de estos Test o pruebas clí-

nicas son los siguientes:

- Capacidad Vital Forzada (FVC o CVF), el cual representa el máximo volumen de aire espirado, con el máximo esfuerzo posible, partiendo de una inspiración máxima. Se expresa como volumen (en ml) y se considera normal cuando es mayor del 80% de su valor teórico. No debe confundirse con la capacidad vital “lenta” (VC o SVC), dado que ésta se obtiene de con una respiración “lenta” o “relajada”, no forzada.
- Volumen espirado máximo en el primer segundo de la espiración forzada (FEV1 o VEMS): es el volumen de aire que se expulsa durante el primer segundo de la espiración forzada. Aunque se expresa como volumen (en ml), dado que se relaciona con el tiempo supone en la práctica una medida de flujo. Se considera normal si es mayor del 80% de su valor teórico.
- Relación FEV1/ FVC: expresada como porcentaje, indica la proporción de la FVC que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada. Es el parámetro más importante para valorar si existe una obstrucción, y en condiciones normales ha de ser mayor del 75%, aunque se admiten como no patológicas cifras de hasta un 70%.

PEFR 80% - 70%	CRISIS LEVE: Ventolin 2 inh. cada 4-6 horas/24-48 horas.
PEFR 70% -50%	CRISIS MODERADA : Ventolin 2 inh. cada 20 min/1 hora; luego cada 3-4 horas durante 24-48 horas. Si no mejora en las horas siguientes al tratamiento, comenzar con prednisona (40 mg/día durante 7 días) y ponerse en contacto con su médico. (Fig. 36)
PEFR < 50%	CRISIS GRAVE: Ventolin 4-6 inh. cada 10 min durante 30 min. Comenzar con la pauta de prednisona (40 mg) y llamar al médico. Si no hay mejoría franca tras los primeros 30 min. despues del tratamiento acudir, sin más demora, a un centro de urgencias

**Cuadro 1.** Prescripciones a seguir por un paciente adulto ante una agudización de su asma utilizando como referencia sus mediciones de PEFR.

**Fuente:** (Subiza 2016).

Asimismo, (Subiza 2016), los valores teóricos del PEFR son determinados, “a través de la talla y la edad usando gamas de valores que varían según los diversos medidores de flujo máximo, (consultar los nomogramas que acompañan a cada medidor para las gamas específicas)”. (p. 4). Sin embargo, los valores de PEFR de muchos pacientes son más altos o más bajos que los valores medios de la gente de la misma talla. Se recomienda por lo tanto que los valores objetivos de PEFR para el tratamiento se basen en la mejor marca personal "óptimo" de cada paciente. En muchos pacientes el óptimo sólo se obtiene después de un tratamiento intenso con esteroides y broncodilatadores.

## **Metodología**

### **Fuentes documentales**

El análisis correspondiente a las características que predomina en el tema seleccionado, llevan a incluir diferentes fuentes documentales encargadas de darle el respectivo apoyo y en ese sentido cumplir con la valoración de los hechos a fin de generar nuevos criterios que sirven de referencia a otros procesos investigativos. Para (Arias, 2010), las fuentes documentales incorporadas en la investigación documental o bibliográfica, “representa la suma de materiales sistemáticos que son revisados en forma rigurosa y profunda para llegar a un análisis del fenómeno”. (p.41). Por lo tanto, se procedió a cumplir con la realización de una lectura previa determinada por encontrar aquellos aspectos estrechamente vinculados con la Medición del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) y capacidad vital forzada (cvf) en espirometrías para luego explicar mediante un desarrollo las respectivas apreciaciones generales de importancia.

### **Técnicas para la Recolección de la Información**

La conducción de la investigación para ser realizada en función a las particularidades que determinan a los estudios documentales, tiene como fin el desarrollo de un conjunto de acciones encargadas de llevar a la selección de técnicas estrechamente vinculadas con las características del estudio. En tal sentido, (Arias 2010) refiere, que es “una técnica particular para aportar ayuda a los procedimientos de selección de las ideas primarias y secundarias”. (p. 71). Por ello, se procedió a la utilización del subrayado, resúmenes, fichaje, como parte básica para la revisión y selección de los documentos que presentan el contenido teórico. Es decir, que mediante su aplicación de estas técnicas se pudo llegar a recoger informaciones en cuanto a la revisión bibliográfica de los diversos elementos encargados de orientar el proceso de investigación.

Tal como lo expresa, (Dávila, 2010, pág. 98) “las técnicas documentales proporcionan las herramientas esenciales y determinantes para responder a los objetivos formulados y llegar a resultados efectivos” (p. 58). Es decir, para responder con eficiencia a las necesidades investigativas, se introdujeron como técnica de recolección el método inductivo, que hizo posible llevar a cabo una valoración de los hechos de forma particular para llegar a la explicación desde una visión general. Asimismo, se emplearon las técnicas de análisis de información para la realización de la investigación que fue ejecutada bajo la dinámica de aplicar diversos elementos encargados de determinar el camino a recorrer por el estudio,

Según (Dávila, 2010, pág. 99) las técnicas de procesamiento de datos en los estudios documentales “son las encargadas de ofrecer al investigador la visión o pasos que debe cumplir durante su ejercicio, cada una de ellas debe estar en correspondencia con el nivel a emplear” (p. 123). Esto indica, que para llevar a cabo el procesamiento de los datos obtenidos, es necesario establecer las técnicas que serán seleccionadas, des-

tacándose en este caso, de manera particular: fichas de resumen, textual, registros descriptivos entre otros, los mismos se deben ajustar al nivel que ha sido seleccionado.

## Resultados

### Espirometria

Para (Subiza 2016), “la espirometría es el examen que permite la medición de volúmenes pulmonares. Es un examen barato que demora aproximadamente 15 minutos, sin riesgos, constituyendo el procedimiento más utilizado”. (p.4). Según el autor, los volúmenes que mide este examen son los siguientes:

- Capacidad Vital Forzada (CVF): cantidad total de aire movilizado entre una inspiración y espiración máximas
- Volumen Espiratorio Forzado dentro del primer segundo (VEF1)
- Flujo espiratorio forzado del 25 y 75% de la capacidad vital forzada (FEF25-75) (Subiza 2016 p, 4).

### Relación existente entre VER1/ CVF

Los valores normales de estos volúmenes son definidos operacionalmente como aquellos valores que están por sobre el percentil 5 en la población. Estos valores dependen de variables como edad, sexo y estatura además de las características raciales de la población.

### Tipos de espirometría

La espirometría simple, Según (Seak, 2016), “consiste en solicitar al paciente que, tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello”. Así se obtiene los siguientes volúmenes y capacidades:

1. Volumen normal o corriente: Vt. Corresponde al aire que se utiliza en cada res-

piración.

2. Volumen de reserva inspiratoria: VRI. Corresponde al máximo volumen inspirado a partir del volumen corriente.
3. Volumen de reserva espiratoria: VRE. Corresponde al máximo volumen espiratorio a partir del volumen corriente.
4. Capacidad vital: CV. Es el volumen total que movilizan los pulmones, es decir, sería la suma de los tres volúmenes anteriores.
5. Volumen residual: VR. Es el volumen de aire que queda tras una espiración máxima. Para determinarlo, no se puede hacerlo con una espirometría, sino que habría que utilizar la técnica de dilución de gases o la plestimografía corporal.
6. Capacidad pulmonar total: TLC. Es la suma de la capacidad vital y el volumen residual.

La espirometría forzada, según (Seak 2016), “es aquella en que, tras una inspiración máxima, se le pide al paciente que realice una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible”. (p. 12). Se puede decir entonces que este tipo de espirometría es más útil que la anterior, ya que nos permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria. Asimismo (Seak 2016), afirma los valores de flujos y volúmenes que más nos interesan son:

1. Capacidad vital forzada (FVC) (se expresa en mililitros): Volumen total que expulsa el paciente desde la inspiración máxima hasta la espiración máxima. Su valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
2. Volumen máximo espirado en el primer segundo de una espiración forzada (FEV1) (se expresa en mililitros): Es el volumen que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada. Su valor normal es mayor del 80% del valor teórico.
3. Relación FEV1/FVC: Indica el porcentaje del volumen total espirado que lo hace en el primer segundo. Su valor normal es mayor del 70-75%.
- 4.

Flujo espiratorio máximo entre el 25 y el 75% (FEF<sub>25-75%</sub>): Expresa la relación entre el volumen espirado entre el 25 y el 75% de la FVC y el tiempo que se tarda en hacerlo. Su alteración suele expresar patología de las pequeñas vías aéreas. (p.13).

De manera puntual, (Seak 2016), refiere que “la espirometría se realiza con el fin de determinar las fallas pulmonares en los pacientes”. (14). De allí, que las indicaciones para este tipo de prueba médica son las siguientes:

Diagnóstico de pacientes con síntomas respiratorios - Valoración del riesgo preoperatorio, principalmente de pacientes que refieren síntomas respiratorios. - Valoración de la respuesta farmacológica a determinados fármacos - Evaluación de ciertas enfermedades que presentan afectación pulmonar. (Gutiérrez C, y otros, 2007, pág. 31).

De igual forma, la realización de este tipo de prueba clínica tiene contraindicaciones, las cuales son las siguientes:

Absolutas:

- Neumotórax.
- Angor inestable.
- Desprendimiento de retina.

Relativas:

- Traqueotomía.
- Parálisis facial.
- Problemas bucales.
- Náuseas provocadas por la boquilla.
- Deterioro físico o cognitivo.
- Falta de comprensión de las maniobras a realizar.

### **Clases de espirómetros**

De acuerdo con Rojas, Dennis, & Dennis, (2010) en la actualidad, se dispone de dos (2) tipos de espirómetros, los cuales se definen de la siguiente forma:

1. De agua o de campana: Fueron los primeros utilizados y su uso está prácticamente limitado a los laboratorios de función pulmonar.
2. Secos: de los que existen varios tipos:
  - De fuelle.
  - Neumotacómetros.
  - De turbina.

Los dos últimos son los que más habitualmente se utilizan en Atención Primaria. Para Rojas, Dennis, & Dennis, (2010), “la calibración los espirómetros incorporan su propio sistema de auto calibrado, aunque también es útil disponer de jeringas de varios litros de capacidad que, utilizando diferentes volúmenes en varias ocasiones, permitirá comprobar las curvas que se obtienen”. (p. 12). Por tal motivo, la limpieza de los espirómetros debe ser cuidadosa principalmente en las partes expuestas a la respiración del paciente.

Además de la limpieza habitual, cualquier parte del equipo en el que se objetive condensación, debe desinfectarse y esterilizarse antes de reutilizarla. En base a esto, después de los lavados conviene aclarar todo en agua destilada y secarlo con secador. Deben tomarse precauciones especiales en pacientes con hemoptisis, úlceras en la boca o encías sangrantes.

Las indicaciones de espirometría son las siguientes:

a) Evaluación diagnóstica

- Evaluar síntomas como tos, disnea, ortopnea.
- Evaluar signos: hiperinsuflación, espiración prolongada, sibilancias.
- Evaluar resultados anormales de exámenes como hipoxemia, hipercapnia, policitemia o radiografías anormales de tórax.

b) Screening:

Se utiliza en personas con factores de ries-

go de enfermedad pulmonar y trabajadores expuestos a sustancias dañinas.

c) Medir el efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar

d) Riesgo preoperatorio: son contraindicación quirúrgica  $VEF1 < 50\%$  o  $VEF1 < 0.8$  lt.

e) Evaluar pronóstico

f) Monitorización:

- Se basa en evaluar intervenciones terapéuticas. Ej: broncodilatadores, corticoides
- Evolución de enfermedades como EPOC, enfermedad intersticial pulmonar y Guillain Barré.
- Detección de reacción adversa a drogas. Ej: amiodarona.

g) Determinar discapacidad: es uno de los exámenes fundamentales requeridos para acceder a jubilación.

Según (Ritch, 2010), "existen cuatro tipos de alteración espirométrica, las cuales se determinan de esta forma: restrictivo, obstructivo de CVF normal, obstructivo con CVF disminuido, obstrucción mínima". (p. 12)

**Tabla 1.** Tipos de Alteración Espirométrica

	CVF	VEF1	VEF1/CVF	FEF25-75
Restrictivo	Disminuido	disminuido	normal	Normal o disminuido
Obstructivo con CVF normal	Normal	disminuido	disminuido	Disminuido
Obstructivo con CVF disminuido	Disminuido	disminuido	disminuido	Disminuido
Obstrucción mínima	Normal	normal	normal	Disminuido

**Fuente:** (Ritch 2016)

### Patrón Restrictivo

El patrón restrictivo según (Ritch 2016), permite identificar o esquematizar el tipo de enfermedad y sus causas", las cuales pueden ser por:

- Enfermedades con compromiso alveolar como neumonía, atelectasia, edema pulmonar.
- Enfermedades intersticiales como neumoconiosis y edema pulmonar pleural
- Enfermedades neuromusculares
- Enfermedades Extrapulmonares. Ej: Ascitis.

### Patrón Obstructivo con CVF Normal y CVF Disminuido

A criterio de (Ritch 2016), "el patrón obstructivo se divide en 2 tipos, el normal y el disminuido", los cuales son:

- Patrón Obstructivo con CVF normal: en el caso de presentar esta alteración es necesario determinar si ésta es de origen central o bronquial. Son causas de obstrucción de vía aérea central como tumores faríngeos y laríngeos, cuerpo extraño, compresión extrínseca, los cuales son causa de obstrucción bronquial, el asma bronquial y limitación crónica al flujo aéreo.
- Patrón Obstructivo con CVF disminuido: son aquellos causados principalmente por patología obstructiva donde el volumen residual esté aumentado. Ej: EPOC. De igual forma este tipo de trastorno

puede ser causado por la asociación de una patología obstructiva y una enfermedad restrictiva. De ahí, que de presentarse esta alteración el informe de espirometría debe sugerir la necesidad de algún examen complementario diagnóstico.

**Tabla 2.** Graduación de las alteraciones

Patología Restrictiva	CVF
Leve	< p 95 y > 65
Moderada	< 65 y > 50
Avanzada	< 50

Patología Obstructiva	VEF1
Leve	>65
Moderada	<65 y >50
Avanzada	<50

**Fuente:** (Ritch 2016)

### Variabilidad con brocodilatador

La variabilidad con brocodilatador, según (Ritch 2016), “permite evaluar la respuesta al uso de broncodilatadores inhalatorios”. Hay tres tipos de respuesta, las cuales son:

- Normalización
- Cambio significativo del VEF1 pero sin llegar al rango normal definiéndose operacionalmente como aumento del VEF1 > 15%
- Ausencia de cambio

### Técnica

Para (Ritch 2016), “es importante exigir una buena espirometría, ya que un examen de baja calidad lleva a la toma de exámenes innecesarios”. (p.14). Como respuesta de esto, “en la actualidad se utilizan las normas de estandarización de la Sociedad Americana del Tórax de 1994, requiriendo un equipo que grafique los flujos. Se debe calibrar diariamente dado que los sensores de flujo se obstruyen con secreciones”. (Seak 2016, p. 19).

Con igual importancia, es necesario que la enfermera o tecnólogo que realice el examen se encuentre capacitado y entrenado

para reconocer esfuerzos aceptables por medio de la evaluación de curvas flujo volumen. Esto, gracias a que, “se requiere la un rápido flujo peak espiratorio y una duración de la espiración de 6 segundos, requiriendo tres maniobras aceptables y los dos valores más altos no deben presentar diferencias mayores a 200cc”. (Seak 2016).

Test de Provocación con Metacolina. Para (Seak 2016), “este tipo de Test evalúa la hiperactividad de la vía aérea, ya que es un examen que permite sugerir el diagnóstico de asma pero debe ser valuado en relación al contexto clínico del paciente”. (p.19). Este instrumento de medición se encuentra indicado en aquellos casos donde la espirometría no evidencia el diagnóstico, es decir, en pacientes que presentan tos en relación a ejercicio, frío, infecciones, exposición inhalatoria y alérgenos, o sea aquellos que tengan un valor pre-test de 30-70%. Además evalúa la gravedad y respuesta terapéutica. Este tipo de Test, a criterio de (Seak 2016):

Se encuentra contraindicado en pacientes con VEF1 < 0 < 1 lt. Es decir, problemas cardiovasculares como por ejemplo el infarto miocárdico, o accidente vascular encefálico en los últimos tres meses, hipertensión

arterial no controlada. (P.A.: > 200/100), embarazo y lactancia.(p.21).

En suma de esto, se debe tener en consideración que hay medicamentos que disminuyen la respuesta bronquial como:

- Broncodilatadores inhalatorios
- Teofilinas
- Hidroxicina, cetirizina
- Antileucotrienos
- Café, té, bebidas cola, chocolate

También, indica (Seak 2016), “se deben tomar en cuenta aquellos medicamentos que incrementan la hiperreactividad”, entre ellos se encuentran:

- Exposición a antígenos ambientales (1-3 semanas)
- Contaminantes (1 semana)
- Infección respiratoria (3 – 6 semanas)
- Tabaco

El método según (Seak 2016), debe realizarse tomando en cuenta los siguientes pasos:

- Se toma espirometría basal
- Se determina VED1 de referencia
- Se miden VEF1 posterior al uso de nebulizaciones con uso diluyente (control) y dosis progresivas de metacolina) (0.03: 0.06; 0.125: 0.25; 0.5: 1; 2; 4; 8; 16). La concentración que produce este efecto se denomina PC20.

### Técnicas de espirometrías

1. Explicación sobre prueba antes de realizarla: explicar al paciente la razón por la que es preciso hacerla y recordarle que no utilice medicación en las 6 horas anteriores a la prueba, si utiliza broncodilatadores de acción corta y 12 horas para los de acción prolongada y metilxantinas de acción retardada. Así mismo no debe fumar ni tomar bebidas con cafeína en las horas previas. También se

le advertirá que durante su realización oírá órdenes en tono enérgico.

2. Explicación antes del momento de llevar a cabo la prueba: el paciente se situará en posición sentada, sin ropa que le ajuste, se le colocará una pinza nasal y se comprobará que la boca está libre de elementos que impidan una buena colocación de la boquilla (por ejemplo dentadura postiza). Se realizará una inspiración relajada pero máxima, al finalizar la cual se coloca la boquilla bien sujeta, y el técnico dará una orden enérgica que indica el comienzo de la espiración forzada, que durará, como MÍNIMO, 6 segundos, durante los cuales el técnico animará al paciente a continuarla, vigilará que expulse el aire continuamente y asegurará que ésta mantiene un flujo constante.
3. Cuando finalizarla: la realización de la espirometría se dará por finalizada, cuando se obtengan 3 curvas técnicamente satisfactorias, que serán aquellas que duren más de 6 segundos y con diferencias entre los FVC y los FEV1 de las tres curvas inferiores al 5% o 100 ml. El número máximo de curvas a realizar será de 8-9. 4. Cálculo de la mejor curva: será aquella en que la suma del FEV1 y de FVC sea mayor. 5. Cálculo del cociente FEV1/FVC: se realiza utilizando el valor máximo del FEV1 y del FVC en cualquiera de las maniobras técnicamente satisfactorias, y que no tiene por qué corresponder a una misma gráfica.

### Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1 o fev1)

Para Holger, D. (2012), “es el volumen de aire exhalado durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada”. (p. 4). Es decir, representa una medida de flujo (pues relaciona un volumen con un tiempo), a pesar de que se exprese en litros o mililitros. Se expresa también como porcentaje del valor teórico de referencia. Según el autor, el volumen espiratorio da una idea diná-

mica del estado de la vía aérea. Se considera normal cuando es igual o mayor al 80% del valor teórico de referencia.

De allí, que (Ferrois2013), refiere el VRF1 “tiene la ventaja de ser muy reproducible cuando la maniobra se realiza bien, además de tener una escasa variación intraindividual, por lo que es uno de los parámetros más adecuados para seguir la evolución de los pacientes”. (p.11). Esta prueba permite interpretar que en individuos sanos, el VEF1 crece desde la infancia hasta alcanzar un máximo hacia los 25 años; a partir de ese momento, el VEF1 decrece a razón de unos 25 ml cada año. Sin embargo, en algunos pacientes fumadores, el VEF1 puede disminuir el doble anualmente.

Asimismo, (Canza 2011), plantea “el seguimiento de la evolución del VEF1 es útil para evaluar el efecto de la supresión del tabaquismo, dado que al dejar el tabaco se reduce la pérdida anual de VEF1 hasta llegar a hacerse similar a la que sufren los no fumadores”. (p.7). De allí, que se ha comprobado que el VEF1 es uno de los factores más importantes para valorar el pronóstico en enfermedades obstructivas, como la EPOC. Una reducción anual de más de 50 ml en el VEF1 se considera criterio de progresión acelerada de la enfermedad. Por otro lado, un VEF1 menor de 1.000 ml se asocia con una supervivencia del 50% a los 5 años en pacientes con EPOC.

En apoyo de esto, (Krudson 2011), expresa “el VEF1 sirve igualmente para determinar la gravedad de la enfermedad; en la tabla I pueden verse diferentes criterios de gravedad basados en el VEF1”. (p.12). Por ello, también es utilizado para la valoración de la reversibilidad de la obstrucción de la vía aérea tras la administración de broncodilatadores o tras un ensayo terapéutico de corticoides inhalados u orales; se considera que la reversibilidad es positiva si el VEF1 aumenta un 12%-15% y 200 ml. De la misma forma, en la prueba de broncoprovoca-

ción se valora la caída del VEF1.

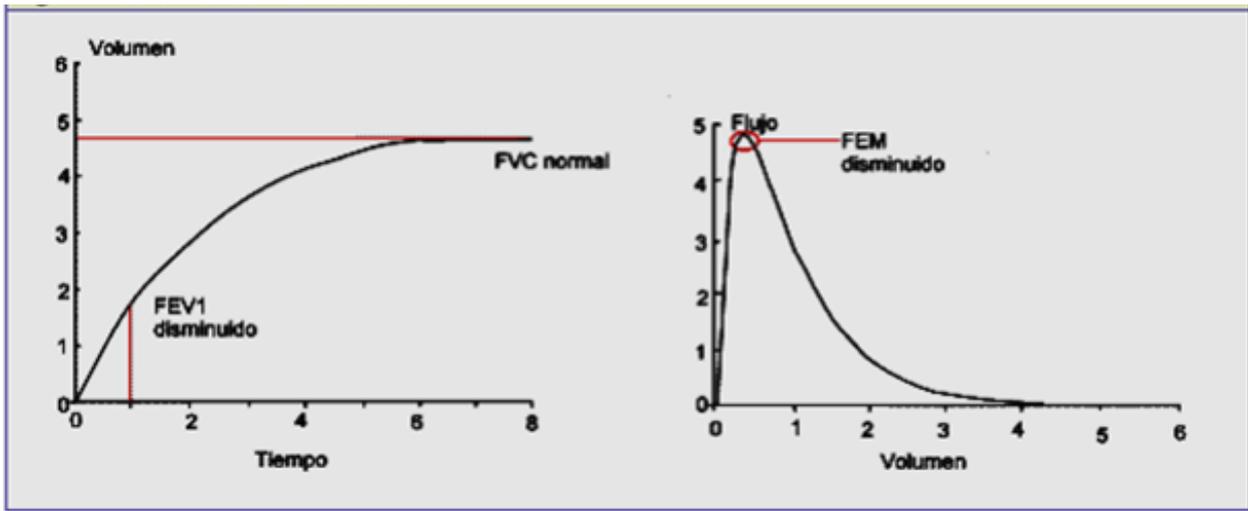
El procedimiento para esta prueba se realiza, cuando el paciente se sitúa en posición sentada, sin ropa que le ajuste, se le colocará una pinza nasal y se comprobará que la boca está libre de elementos que impidan una buena colocación de la boquilla (por ejemplo prótesis dentales). Se realizará una inspiración relajada pero máxima, al finalizar la cual se coloca la boquilla bien sujeta, y el técnico dará una orden enérgica (¡ahora!, ¡ya!) que indica el comienzo de la espiración forzada, que durará, como MÍNIMO, 6 segundos, durante los cuales el técnico animará al paciente a continuarla, vigilará que expulse el aire continuamente y asegurará que ésta mantiene un flujo constante. La espirometría se dará por finalizada, cuando se obtengan 3 curvas técnicamente satisfactorias, que serán aquellas que duren más de 6 segundos y con diferencias entre los CVF y los FEV1 de las tres curvas inferiores al 5% o 100 ml. El número máximo de curvas a realizar será de 8-9

### **Patrones espirométricos**

Las características según (Seak 2016), que definen los diferentes patrones espirométricos, son:

1.- Patrón obstructivo:

- FVC normal.
- FEV1 disminuido.
- FEV1/FVC disminuido.



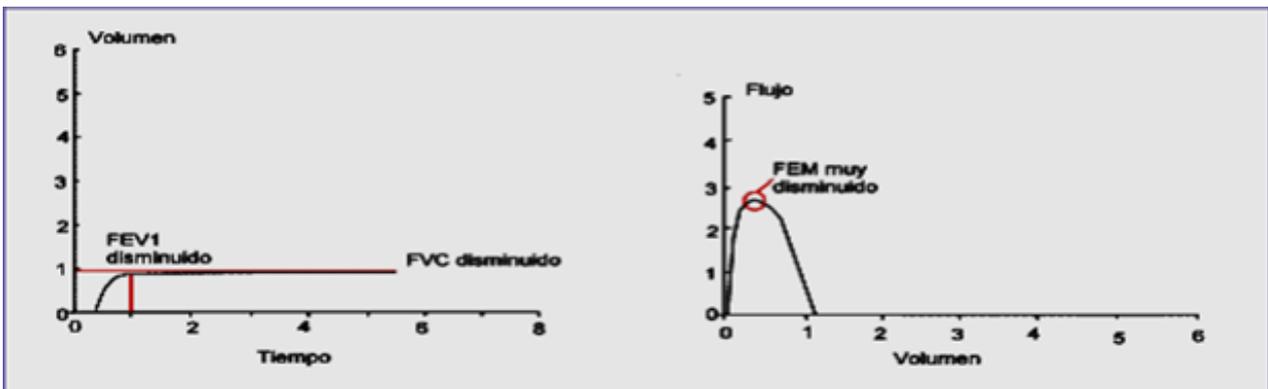
**Figura 1.** Patrón Obstruccion Leve

**Fuente:** (Seak 2016)

Lo explícito en la gráfica indica que a mayor grado de obstrucción el flujo espiratorio máximo (FEM) estará más disminuido y la pendiente de la curva volumen-tiempo será menos pronunciada y con una espiración más prolongada.

2.- Patrón restrictivo:

- FVC disminuido.
- FEV1 disminuido.
- FEV1/FVC normal.

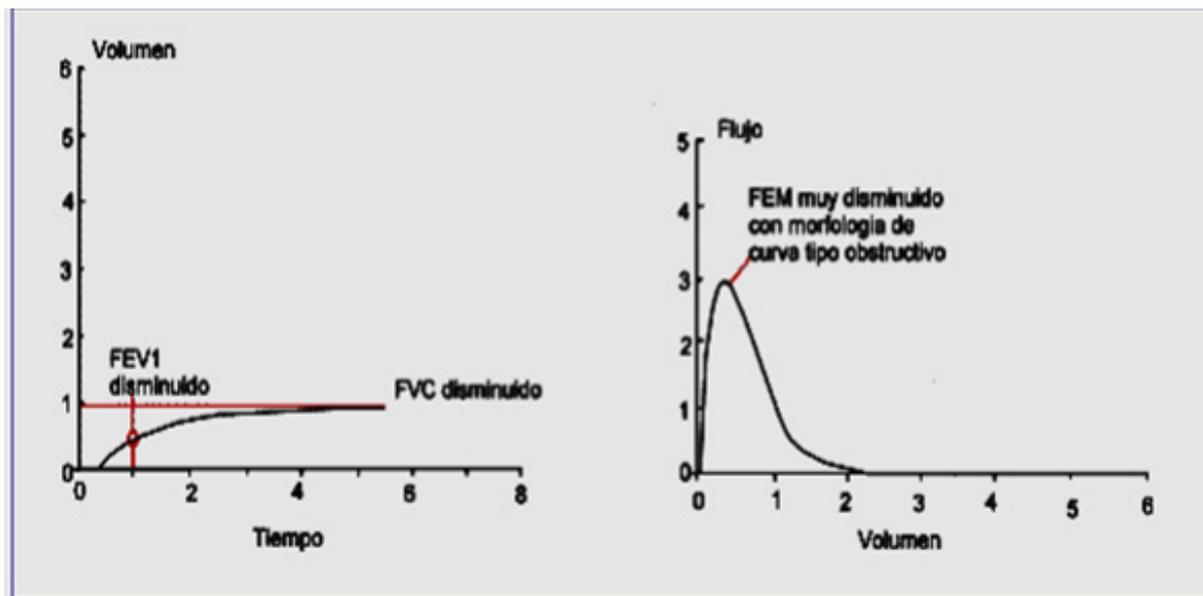


**Figura 2.** Patrón Restrictivo

**Fuente:** (Seak 2016)

3.- Patrón mixto:

- FVC disminuido.
- FEV1 disminuido.
- FEV1/FVC disminuido



**Figura 3.** Patrón Mixto.

**Fuente:** (Seak 2016)

Por todo lo anteriormente mencionado, es importante establecer que en ocasiones se debe conocer la capacidad pulmonar total (TLC) y el volumen residual (VR) para diferenciar correctamente los trastornos obstructivos de los restrictivos. Claro está, tomando en cuenta que, en los trastornos obstructivos no existe disminución de la TLC y, sin embargo, está aumentado el volumen residual.

### Aplicación de estudios espirométricos

Para (Rojas 2012), “las pruebas de función pulmonar (PFP) se usan cada vez con mayor frecuencia y permiten detectar, caracterizar y cuantificar la severidad de diversas enfermedades pulmonares”. (p. 5). Este tipo de valoración clínica es de gran importancia diagnóstica, pues aportan datos para el pronóstico, evalúan la respuesta al tratamiento y riesgo preoperatorio. No obstante plantea (Rubert, 2010), “en la literatura médica existen diferencias regionales, étnicas y antropométricas que reflejan los valores normales de las pruebas de función pulmonar”. (p.7). Las mismas se observan en pruebas citadas a continuación:

La medición de parámetros espirométricos descrita a continuación a criterio de (Letter y Boncitt 2010), en su estudio analítico de espirometría se basó en la medición de “la capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>) relación VEF<sub>1</sub> /CVF y flujo espiratorio forzado al 25% y 75% de la capacidad vital forzada (FEF<sub>25%-75%</sub>). (p.5).

Dicha prueba se hizo mediante la curva flujo/volumen, a una población de personas en Ecuador usando un espirómetro semiportátil marca Sibelmed® DATOSPIR 600, el cual cumple los parámetros recomendados por la American Thoracic Society. Durante todo el estudio se hizo control de la exactitud en la medición de los parámetros de la espirometría mediante la verificación y el registro diario de la calibración (jeringa de volumen de 5 litros), así como con la medición de la temperatura ambiente y la humedad relativa. Asimismo, plantea (Rubert2015):

Los valores de temperatura y humedad relativa del presente examen se mantuvieron constantes a través de todas las mediciones (18°C y 74%, respectivamente). Para garantizar la precisión y exactitud de las mediciones de talla y peso, se usó una mis-

ma balanza para todas las mediciones, verificando su calibración diariamente en el sitio de la medición mediante pesas estandarizadas de 5 y 10 kg. Se llevó un registro diario del valor reportado por la balanza, para evaluar la presencia de errores sistemáticos en la medición, y se realizó doble medición del peso a cada participante. (p.5).

Autor	Parámetro	Hombres,				Mujeres,					
		intersección	Edad	Edad <sup>2</sup>	Talla	Talla <sup>2</sup>	intersección	Edad	Edad <sup>2</sup>	Talla	Talla <sup>2</sup>
Rodriguez <sup>a</sup>	CVF	-17,7525	0,00584	0,00039	22,8261	-5,7456	-184,838	0,00921	-0,00036	237,92	-75,29
Crapo <sup>b</sup>	CVF	-4,6500	-0,0214		0,0600		-3,59	-0,0216		0,0491	
Hankinson <sup>c</sup>	CVF	0,2376	-0,00891	-0,000182		0,0001782	0,121	0,00307	-0,000237		0,0001425
Pérez-Padilla <sup>d</sup>	CVF	-3,1713	-0,0289			0,0539		-1,3607	-0,0274	0,0374	
Rodriguez <sup>a</sup>	VEF1	-27,2134	-0,02167	-0,00007	34,5372	-9,3656	-0,15633	0,00449	-0,00029		1,204
Crapo <sup>b</sup>	VEF1	-2,19	-0,0244		0,0414		-1,578	-0,0255		0,0342	
Hankinson <sup>c</sup>	VEF1	0,6306	-0,02928			0,000151	0,4529	-0,01178	-0,000113		0,0001215
Pérez-Padilla <sup>d</sup>	VEF1	-1,5642	-0,0314		0,0398		-0,6354	-0,0269		0,0288	
Rodriguez <sup>a</sup>	FEF25%-75%	18,13			-23,993	9,2309	-43,066	-0,01057	-0,00026	58,18	-17,974
Crapo <sup>b</sup>	FEF25%-75%	2,133	-0,038		0,0204		2,683	-0,046		0,0154	
Hankinson <sup>c</sup>	FEF25%-75%	1,75	-0,05018			0,0001447		1,7456	-0,01195	-0,000291	0,0000961
Pérez-Padilla <sup>d</sup>	FEF25%-75%	2,184	-0,0576		0,0274			1,9704	-0,0472		0,0216
Rodriguez <sup>a</sup>	VEF1/CVF	36,5298	-0,0252		-30,2932	8,6032	4,401,3	-0,10961	0,00012	-5534,91	1776,67
Crapo <sup>b</sup>	VEF1/CVF	110,49	-0,152		-0,13		126,58	-0,252		-0,202	
Hankinson <sup>c</sup>	VEF1/CVF	90,024	-0,2186					92,36	-0,2248		
Pérez-Padilla <sup>d</sup>	VEF1/CVF	89,95	-0,1926					89,09	-0,1594		

**Figura 4.** Ecuaciones de Predicción de prueba de espirometría

**Fuente:** (Rubert 2015).

El análisis de los parámetros de la espirometría observados en la población de trabajadores de la Universidad de Guayaquil en Ecuador se basó en los datos de la mejor CVF y el mejor VEF1 de las tres curvas aceptadas y en el FEF25%-75% de la mejor curva, es decir, mejor maniobra inspiración-espriación forzada realizada. Para cada parámetro de la espirometría (CVF, VEF1, VEF1/CVF, FEF25%-75%).

Las ecuaciones utilizadas en cada caso se presentan en el cuadro 1. Para identificar el modelo o grupo de modelos que mejor predice los parámetros de la espirometría en la población estudiada, se realizó el análisis de residuales, es decir, las diferencias encontradas entre los valores observados en la población y los valores predichos por cada modelo. Este análisis permitió cuantificar el error promedio de predicción (EPP)

obtenido con cada modelo. Como mejor modelo de predicción de cada parámetro de la espirometría, se tomó el modelo que mostró mayor precisión y exactitud, de la siguiente manera: menor promedio y desviación estándar del error de predicción, así como menor dispersión de las diferencias entre los valores observados en la población y los valores predichos por el modelo.

Por lo tanto, un rango más estrecho en los límites de acuerdo con el método de Bland y Altman. En los casos en que la distribución de los residuales no cumplía con el supuesto de normalidad por la prueba de Shapiro-Wilk, no se calcularon límites de acuerdo entre los valores observados y predichos para el parámetro de la espirometría. En estos casos se consideró más pertinente usar la mediana de los datos como medida de resumen. Los resultados de la prueba arrojaron que: En total, 1.577 traba-

jadores respondieron la encuesta, 68% del total de invitados a participar. El tiempo de residencia promedio en Ecuador fue 36,8 años (DE=13,6).

Para este parámetro de la espirometría se observó, con todos los modelos, un mayor error de predicción que el encontrado en la predicción de los demás parámetros, con valores máximo y mínimo hasta de  $\pm 2.000$  ml/s. Además, con todos los modelos evaluados se obtuvieron algunos valores extremos positivos, lo que sugiere que en ellos el valor predicho por el modelo es mucho menor que el observado en esos sujetos. Las pruebas para evaluación de la normalidad en la distribución de los residuales mostraron en todos los casos, es decir, con todos los modelos, que no siguen una distribución normal. La exploración gráfica de la distribución de estos residuales por edad y por talla, mostró que no hay relación entre estas variables y la magnitud del error de predicción. El modelo que mostró mejor desempeño en la predicción del FEF<sub>25%-75%</sub> en las mujeres fue el propuesto por Rodríguez (EPP 11,5% del valor observado).

## **Conclusiones**

Los estudios de función pulmonar son de gran importancia en la salud de un paciente, este tipo de Test o pruebas clínicas son fundamentales en la evaluación de la patología pulmonar. De allí, que en su interpretación, se debe evaluar el equipamiento usado, su control de calidad, el personal que toma el examen, los valores de referencia utilizados y por sobre todo el paciente, buscándose con ello, obtener una adecuada interpretación del estado funcional del paciente y así evitar exámenes complementarios innecesarios.

Con base a lo anterior se establece que, la relación existente entre el Volumen Espiratorio forzado el primer segundo (FEV<sub>1</sub> o VEMS) y la Capacidad Vital Forzada (FVC), puede expresarse en valor absoluto o por-

centual (FEV<sub>1</sub>%). Este tipo de resultados no debe confundirse con el índice de tiffeneau, considerando que existen situaciones patológicas que pueden reflejar que la FVC sea inferior a la VC debido al colapso dinámico de la vía aérea, ya que en escenarios normales el FEV<sub>1</sub> representa alrededor del 80% de la FVC.

Conforme a esto, se logra comprender que durante el primer segundo de la espiración forzada de la FVC, el volumen de aire espirado corresponde al 80% del total que existía en los pulmones. Los valores menores a ese porcentaje, indican una posible enfermedad obstructiva, como pueden ser el EPOC, asma o la enfermedad de limitación crónica del flujo aéreo, que pueden conducir a otras patologías como la acidosis respiratoria, o la hipercapnia que a su vez genera estados hipóxicos.

Este tipo de pruebas clínicas brindan gran beneficio, pues permiten identificar el índice VEF<sub>1</sub>/CVF que ha dado resultado después de tratamiento con bronco dilatadores, ya que en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) no se es posible ver una corrección de esta relación, mientras que en el asma se puede ver una normalización de la relación, siendo imprescindible para el diagnóstico de estas enfermedades.

De manera puntual, la espirometría representa una herramienta útil en el diagnóstico de la EPOC y en las evaluaciones periódicas de dicha patología. De allí, que es importante entender que mediante el trazado espirográfico es posible determinar una gran cantidad de parámetros referentes a volúmenes, flujos y tiempos. Las anomalías de la función pulmonar se pueden dividir en restrictivas y obstructivas; su identificación no señala un proceso patológico o anatómico específico, sin embargo, cada tipo se asocia con enfermedades específicas.

Por ende, los defectos restrictivos se asocian con padecimientos del parénquima

pulmonar o limitación del movimiento de la caja torácica, en tanto que los defectos obstructivos se deben a una dificultad para el flujo del aire a través de la tráquea y los bronquios. Es por esta razón que, en el análisis de la función pulmonar, la capacidad vital es el volumen más importante para determinar el esfuerzo del paciente y la presencia de un componente restrictivo. Para diferenciar si la reducción de la capacidad vital se debe a restricción u obstrucción, se requiere determinar la tasa de flujo, la cual se puede obtener midiendo el volumen espiratorio en un periodo de tiempo.

Para su aplicación, es necesario se realice una determinación del FEV1 basal y se administren 400 microgramos de agonistas beta adrenérgicos o 80 de anticolinérgicos con cámara de inhalación. Con ello, podrá determinarse el FEV1 a los 30-45 minutos de la administración de los broncodilatadores; o, cuando hay un aumento de 200 ml y 12% del valor absoluto del FEV1, lo cual permitirá determinar si la prueba broncodilatadora es positiva.

En conclusión, es importante resaltar que el índice espirométrico más útil es el FEV1 y la relación FEV1/FVC que en caso de obstrucción se encuentran disminuidos. La presencia de un FEV1 posbroncodilatador < 80% del predicho, en combinación con una relación FEV1/ FVC < 70% confirman la presencia de obstrucción bronquial. La relación FEV1/FVC es la medición más sensible para determinar que existe obstrucción bronquial. Una relación FEV1/FVC < 70% se considera un signo temprano de obstrucción al flujo aéreo en pacientes cuyo FEV1 permanece por arriba del 80% del predicho. De aquí, que la espirometría represente una prueba básica, la cual debe estar al alcance del médico para la valoración correcta del paciente con clínica de disnea. Reviste gran importancia para la orientación diagnóstica, permite establecer el grado de disfunción y, al ser una prueba de realización sencilla, es útil para monitorizar la evolución del paciente.

## Bibliografía

- Arias, F. (2010). Paradigmas de la Investigación Científica. España: Luces.
- Dávila, G. (2010). Técnicas de recolección y análisis de Datos. España: Síntesis.
- Gutiérrez C, M., Beroiza W, T., Borzone T, G., Caviedes S, I., Céspedes G, J., & Gutiérrez N, M. (2007). Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias, 23(1), 31-42. Obtenido de <https://doi.org/10.4067/S0717-73482007000100005>
- Ritch, L. (2010). Utilidad de la Espirometría en el paciente con EPOC. Revista Medigraphis Artemias , 12- 31.
- Rubert, J. (2010). Validation of regression models: methods and Neumol. Revista de Medicina Respiratoria, 3-12.
- Seak, B. (2016). Consenso Mexicano para el Diagnóstico y Tratamiento de la EPOC. Rev INER, 4- 16.
- Subiza, J. (2016). Pruebas Funcionales Respiratorias. Revista Médica Clínica Subiza, 3- 8.
- Ximena Rojas, M., & Dennis, R. (2010). Valores de referencia para parámetros de espirometría en la población adulta residente en Bogotá, D. C., Colombia. Biomédica. Revista Biomédica, 30(1), 82-94. Obtenido de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v30i1.156>



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

**CITAR ESTE ARTICULO:**

Castro García, R. G., & Zambrano Iza, M. R. (2020). Medición del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>) y capacidad vital forzada (CVF) en espirometrías. RECIMUNDO, 4(4), 264-279. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).noviembre.2020.264-279](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).noviembre.2020.264-279)