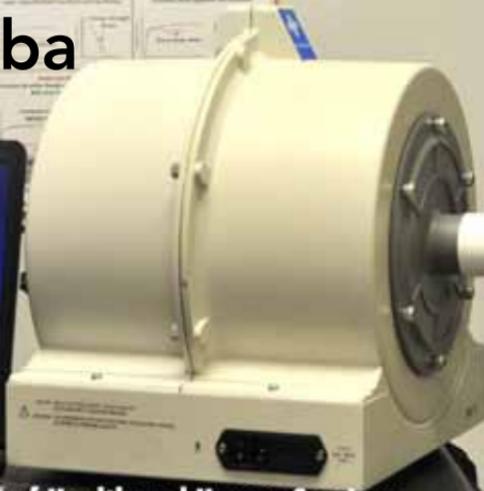
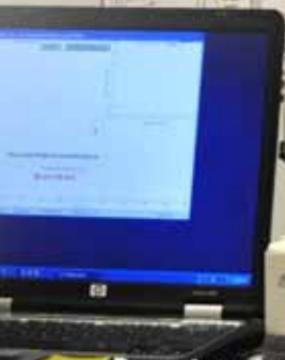


Get Valid Spirometry Results **EVERY** Time

# Garantía de calidad de la espirometría : Los errores más comunes y su impacto en los resultados de la prueba



**Department of Health and Human Services**  
Centers for Disease Control and Prevention  
National Institute for Occupational Safety and Health





# Descargo de responsabilidad

Este documento es de dominio público y puede ser copiado y reproducido libremente.

La mención de cualquier empresa o producto no constituye respaldo alguno por parte del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Asimismo, las referencias a sitios de Internet externos a NIOSH no constituye endoso de NIOSH a las organizaciones patrocinadoras ni a sus programas o productos. Además, NIOSH no se responsabiliza por el contenido de dichos sitios de Internet. Todas las direcciones de Internet que se hace referencia en este documento son accesibles a partir de la fecha de publicación.

Si desea información para hacer pedidos, recibir documentos o información adicional sobre temas de seguridad y salud ocupacional, comuníquese con NIOSH al:

1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636) TTY: 1-888-232-6348

E-mail: [cdcinfo@cdc.gov](mailto:cdcinfo@cdc.gov) o visite el sitio Internet de NIOSH en [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)

Para recibir boletines mensuales de actualización de NIOSH, suscríbese a NIOSH eNews en [www.cdc.gov/niosh/eNews](http://www.cdc.gov/niosh/eNews)

Para obtener más información acerca del entrenamiento de espirometría aprobado por NIOSH diríjase a <http://www.cdc.gov/niosh/topics/spirometry/training.html>

DHHS (NIOSH) Publicación No. 2012-116

Enero 2012

GENTE MAS SEGURA, MAS SALUDABLE

**SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™**

# Agradecimientos

Los colaboradores principales de este documento fueron Lu-Ann F. Beeckman-Wagner, Ph.D. y Diana Freeland, LPN, CPFT. Un agradecimiento especial a Kimberly Clough Thomas, BFA por sus destrezas en el diseño del documento y a Mansi Shah Das, MPH, MBA por su experiencia en comunicación de salud.

## **A los evaluadores internos de NIOSH que proporcionaron comentarios críticos para la elaboración del documento:**

Robert M. Castellan, M.D., M.P.H.

Kristin Cummings, M.D., M.P.H.

## **Panel de revisión de expertos externos**

NIOSH expresa su agradecimiento a los siguientes revisores externos independientes por proveer ideas y comentarios que contribuyeron al desarrollo de este documento y optimizaron la versión final:

Brian Boehlecke, M.D., M.P.H.  
University of North Carolina School of Medicine  
Chapel Hill, NC

John L. Hankinson, Ph.D.  
Hankinson Consulting, Inc.  
Athens, GA

Robert Cohen, M.D., F.C.C.P.  
Cook County Health and Hospital's System  
Chicago, IL

Mary C. Townsend, Dr. P.H.  
M.C. Townsend Associates, LLC  
Pittsburgh, PA

Christopher Martin, M.D., M.Sc.  
West Virginia University School of Medicine  
Morgantown, WV

# Tabla de contenido

<b>Garantía de calidad de la espirometría : Los errores más comunes y su impacto en los resultados de la prueba</b>	<b>6</b>
<b>Prueba normal válida</b>	<b>8</b>
<b>Error # 1: La inhalación submáxima</b>	<b>10</b>
<b>Error # 2: Volumen extrapolado excesivo</b>	<b>12</b>
<b>Error # 3: Soplido submáximo</b>	<b>14</b>
<b>Error # 4: Tos en el primer segundo</b>	<b>16</b>
<b>Error # 5: Terminación anticipada</b>	<b>18</b>
<b>Error # 6: Esfuerzo variable</b>	<b>20</b>
<b>Error # 7: Cese del flujo de aire - Cierre de la glotis o la contención de la respiración</b>	<b>22</b>
<b>Error # 8: Boquilla parcialmente obstruida</b>	<b>24</b>
<b>Error # 9: Fugas</b>	<b>26</b>
<b>Error # 10: Respiracion(es) Extra(s)</b>	<b>28</b>
<b>Error # 11: Error de flujo cero positivo</b>	<b>30</b>
<b>Error # 12: Error de flujo cero negativo</b>	<b>32</b>

## **Garantía de calidad de la espirometría : Los errores más comunes y su impacto en los resultados de la prueba**

La espirometría es la prueba de función pulmonar más común (PFP) y juega un papel central en los programas de vigilancia de las enfermedades respiratorias ocupacionales. Una prueba precisa de espirometría, su interpretación y seguimiento son fundamentales para la vigilancia efectiva de los trabajadores expuestos a riesgos respiratorios y para el manejo de pacientes en la práctica clínica.

La garantía de calidad de la espirometría incluye el estudio de los valores de la prueba y la evaluación de las curvas tanto de volumen-tiempo como de flujo-volumen para evidenciar los errores técnicos. Técnicamente una espirometría deficiente puede tener poco valor e incluso podría proporcionar información equivocada. Cuando se detectan curvas erróneas, a menudo se necesitan maniobras adicionales. Durante las pruebas, los técnicos deben intentar registrar una prueba válida, la cual está compuesta de al menos 3 maniobras aceptables (“repetibles”) con resultados consistentes para la CVF y para el VEF<sub>1</sub>. El logro de la repetitividad durante la prueba significa que la diferencia entre el valor mayor y el segundo valor mayor para la CVF y el VEF<sub>1</sub> están dentro de 0.15 l (150 ml). Maniobras adicionales pueden ser intentadas, hasta un máximo de 8, para alcanzar el criterio de una prueba válida. Incluso las pruebas que tienen 3 maniobras aceptables de las cuales al menos 2 son repetibles podrían no representar el máximo esfuerzo de una persona. Idealmente debería haber 3 curvas de esfuerzo máximo con las mismas dimensiones y forma.

Esta guía describe los errores más comunes de la prueba y muestra cómo estos errores pueden afectar los resultados de la espirometría. Sin embargo, los profesionales de la salud deben tener en cuenta que, aunque el objetivo durante las pruebas es obtener una prueba válida como se describió

anteriormente, los resultados de las pruebas inválidas a veces pueden proporcionar información que puede ser utilizada para inferir el estado de salud respiratorio. En 1994, la Sociedad Torácica Americana \* afirmó que las pruebas no deben ser interpretadas si se registraron menos de 2 curvas aceptables, lo que refleja el hecho que la información útil puede estar presente incluso en las pruebas que no son óptimas. En efecto, algunas condiciones médicas impiden que los trabajadores y otros sujetos evaluados registren con éxito pruebas válidas, a pesar de los mejores esfuerzos del técnico y del sujeto para producir tales resultados. El criterio clínico debe ser utilizado para determinar si las curvas son tan inaceptables que darían lugar a una interpretación incorrecta del estado de salud respiratoria.

La primea figura representa una prueba de espirometría normal válida que incluye 3 curvas, cada una como resultado de maniobras espiratorias separadas (ensayo). Todas las figuras subsecuentes con ejemplos de errores de prueba muestran un ensayo aceptable (verde - línea continua) junto con uno o más ensayos con el error (rojo - línea punteada) para su comparación. Si se presenta más de un ensayo en rojo, entonces se reportan los resultados de la prueba con los valores más grandes. Sólo los resultados de la prueba que se ven afectados por el error específico serán mostrados en las tablas para estos ejemplos.

En las siguientes figuras, el  $VEF_1$  es indicado por una marca vertical 1 segundo después del inicio de las curvas de volumen-tiempo, y las flechas se utilizan para enfatizar características claves de las curvas en cada ejemplo.

\*American Thoracic Society. Standardization of Spirometry: 1994 Update. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:1107-1136.

---

#### Lista de abreviaciones:

BTPS: temperatura corporal a presión parcial de agua saturada (BTPS)

$VEF_1$  = volumen espiratorio forzado en un segundo

$VEF_1/CVF$  = relación del volumen espiratorio forzado en un segundo comparado con el volumen total de aire exhalado, expresado como un porcentaje

CVF = capacidad vital forzada

FEM = flujo espiratorio máximo

% Pred = Porcentaje del valor predictivo

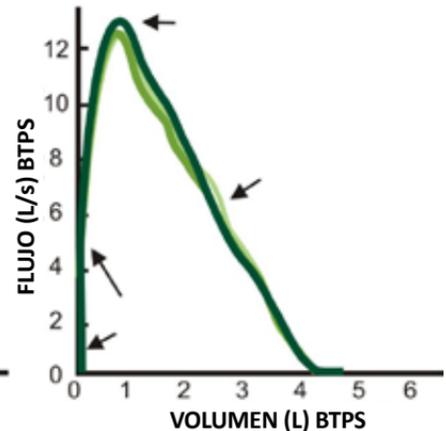
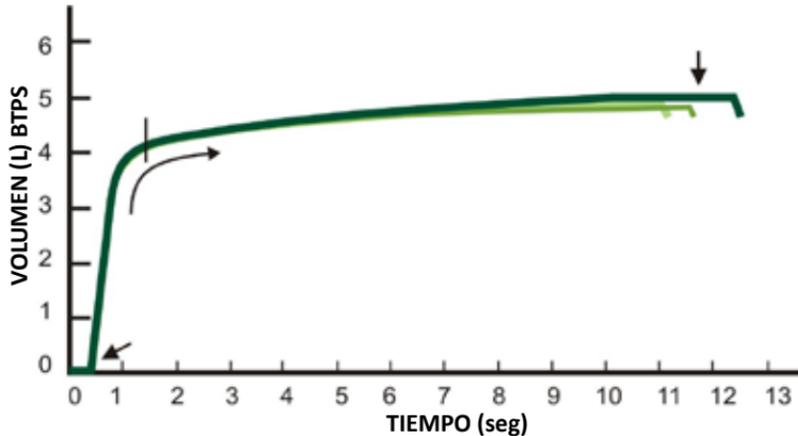
LIN = límite inferior de la normalidad

Vext = volumen extrapolado

## Prueba normal válida

Ensayo	CVF (L)	VEF <sub>1</sub> (L)	FEM (L/s)
1	4.81	4.09	12.1
2	4.74	4.07	12.0
3	<b>4.87</b>	<b>4.14</b>	<b>12.5</b>
Repetibilidad	0.06	0.05	

$$4.87 - 4.81 = 0.06 \quad 4.14 - 4.09 = 0.05$$



Una prueba válida tiene al menos 3 pruebas aceptables y tanto la CVF como el VEF<sub>1</sub> son repetibles es decir, los dos valores más altos de las maniobras aceptables están dentro de 0.15 L (150 ml).

La curva de volumen-tiempo (izquierda) muestra el tiempo transcurrido de la exhalación, a partir de la línea basal (es decir, cero) de volumen, aumentando drásticamente, y luego, desacelerando gradualmente hasta que se dibuja una meseta de 1 segundo de CVF, que indica el final de la exhalación. La curva de volumen-tiempo permite a los profesionales evaluar la compleción del final de la prueba. La Sociedad Torácica Americana recomienda que los sujetos traten de exhalar durante al menos 6 segundos, sin embargo, los adultos jóvenes sanos pueden vaciar sus pulmones antes de los 6 segundos. Ningún ensayo debe eliminarse sobre la base del tiempo de espiración ya que el VEF<sub>1</sub> podría seguir siendo válido. Una curva de volumen-tiempo que no entre en la meseta antes de los 15 segundos a pesar de un esfuerzo máximo por parte del sujeto, puede indicar una "alteración obstructiva." También, puede ser difícil alcanzar una meseta en la curva de volumen-tiempo para algunos sujetos que no pueden mantener su espiración. Esto puede ocurrir en personas obesas o con algunas enfermedades pulmonares subyacentes. La curva flujo-volumen (derecha) enfatiza el esfuerzo del paciente y muestra información detallada al inicio de la prueba. Se caracteriza por: 1) una inmediata elevación vertical, 2) un pico agudo, y 3) un descenso bastante suave que devuelve el flujo a cero.

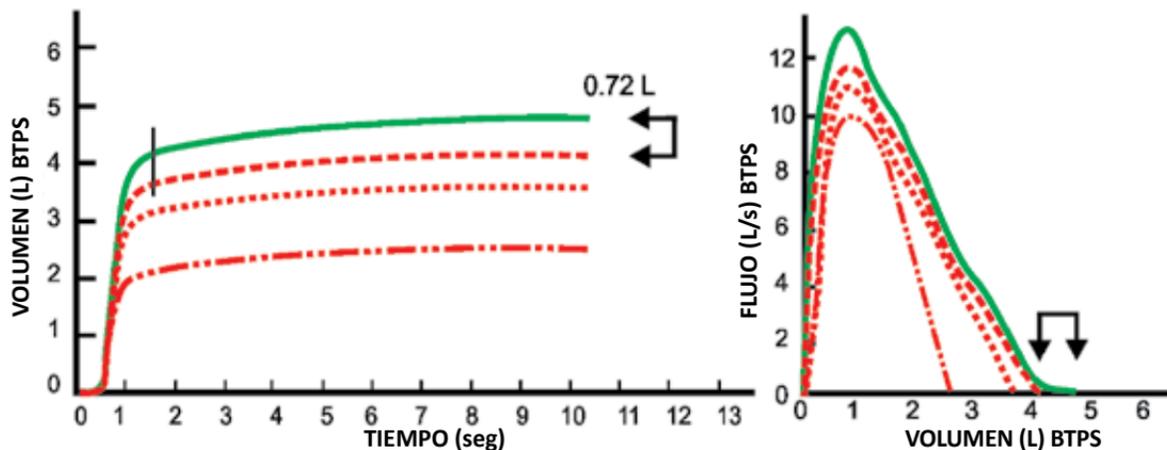
En esta guía, el primer segundo de la espiración se designa por una línea vertical negra que atraviesa la curva de volumen-tiempo. No todas las pantallas de espirometría tienen un marcador de 1 segundo.

\*American Thoracic Society/European Respiratory Society. Standardization of spirometry. Eur Respir J 2005;26:319-338.

## Error #1: La inhalación submáxima

	CVF (L)	CVF % Pred	CVF LIN (L)	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> LIN (L)
Buen esfuerzo	4.90	96	4.17	4.17	103	3.29
Error	4.18	82	4.17	3.60	88	3.29

$$4.90 - 4.18 = 0.72$$



**Problema:** La inhalación submáxima causa subregistro de los resultados verdaderos de la espirometría. Una inhalación incompleta es un problema frecuente y grave que se produce en las pruebas de espirometría.

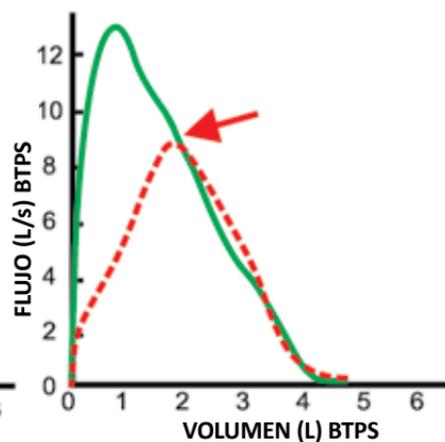
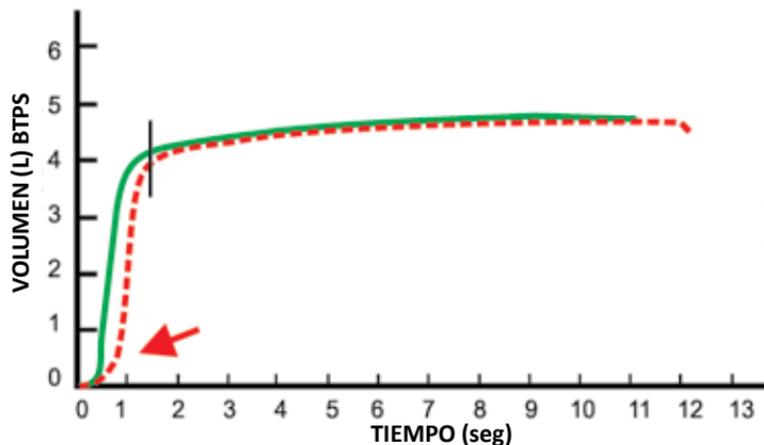
**Identificación:** La falta de una inspiración completa puede ser vista como una muesca entre las mesetas de la CVF en múltiples curvas volumen-tiempo (izquierda) y también como un espacio entre los puntos finales de múltiples curvas de flujo-volumen (derecha). La forma de ambos tipos de curvas será similar, pero las curvas **variarán** en tamaño. Las curvas de flujo-volumen con picos agudos indican que los esfuerzos tienen soplidos iniciales buenos, pero la diferencia en el flujo espiratorio máximo (FEM) puede ser causado por una retracción elástica inferior asociada a un menor "estiramiento" del pulmón con volúmenes más pequeños. Implicaciones de los resultados de la prueba: La CVF reducida falsamente puede ser malinterpretada como una indicación de una "alteración restrictiva." Los resultados de las pruebas con inspiraciones diferentes pueden fracasar en lograr la repetitividad necesaria para una prueba "válida". Aunque en este ejemplo no tenemos una prueba repetible, una interpretación de la prueba como "normal" sigue siendo válida. Una inhalación incompleta conlleva a valores bajos falsos que pueden estar por debajo del LIN. Sin embargo, en este ejemplo, los valores de la CVF y del  $VEF_1$  están por encima del LIN y los resultados parecen "normales".

**Solución:** Entrene al sujeto A LLENAR SUS PULMONES, tomando la respiración más profunda posible.

**Mensaje de error del espirómetro:** " CVF variable", " $VEF_1$  variable", o "Tome una respiración más profunda."

## Error #2: Volumen excesivo extrapolado

	CVF (L)	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	FEM (L/s)	Vext (L)	Vext (%)
Buen esfuerzo	4.79	4.12	86	12.2	0.12	2.5
Error	4.78	3.95	82	8.5	0.55	11.5



**Problema:** Un titubeo leve al soplar antes del soplido inicial afecta la mayoría de los resultados de la prueba de espirometría al principio de la maniobra. Una maniobra que muestre este error no debe ser utilizada para medir el  $VEF_1$ , pero puede ser utilizada para validar la CVF si es consistente con otras curvas aceptables, pero menos perfectas.

**Identificación:** Como el titubeo ocurre al principio de la prueba, se observa más fácilmente en la curva flujo-volumen (derecha), que tiene su pico de flujo desplazado a la derecha. El espirómetro realiza una medida llamada "volumen extrapolado" ( $V_{ext}$ ) para determinar si un titubeo es excesivo. El volumen extrapolado es inaceptable si excede de 0,15 litros o 5% de la CVF, cualquiera sea mayor.

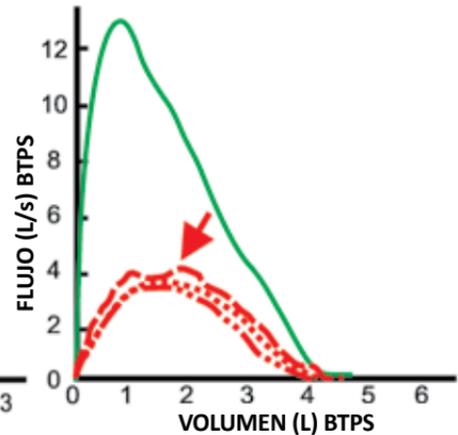
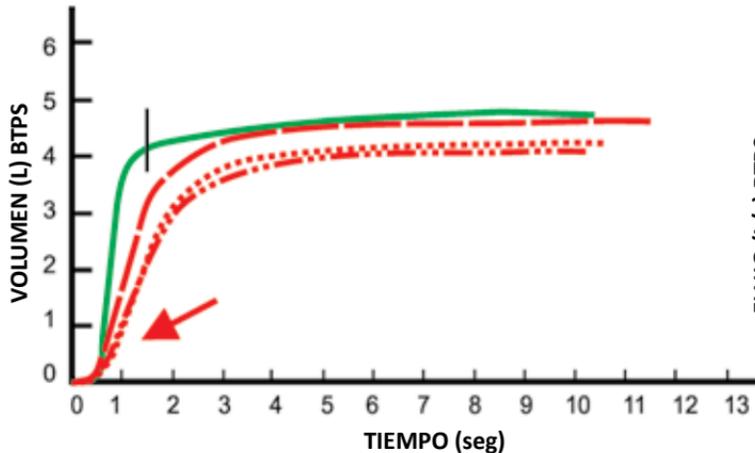
**Implicaciones del resultado de la prueba:** Un volumen extrapolado grande puede elevar falsamente  $VEF_1$ , aunque a veces el  $VEF_1$  puede reducirse.

**Solución:** Entrene el sujeto para soplar MÁS RÁPIDO o INMEDIATAMENTE.

**Mensaje de error del espirómetro:** La mayoría de los espirómetros reportan este error como "titubeo", "volumen extrapolado grande" o "inicio rápido".

### Error #3: Soplido sub-máximo

	CVF (L)	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	FEM (L/s)
Buen esfuerzo	4.69	4.08	86	12.6
Error	4.57	3.36	71	4.1



**Problema:** Un soplido inicial pobre afecta los resultados de la espirometría realizados al principio de la maniobra.

**Identificación:** Este problema se ve más claramente en la curva flujo-volumen (derecha). El pico de la curva se reduce, lo que indica un esfuerzo insuficiente del sujeto - entre más débil sea el soplido, menor es el pico (FEM). En la curva volumen tiempo (izquierda), un soplido débil impide que la curva aumente drásticamente desde la línea base del volumen.

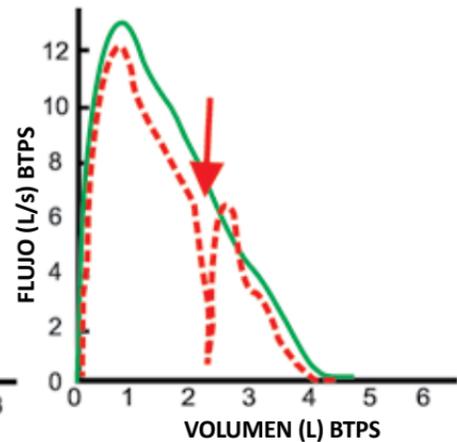
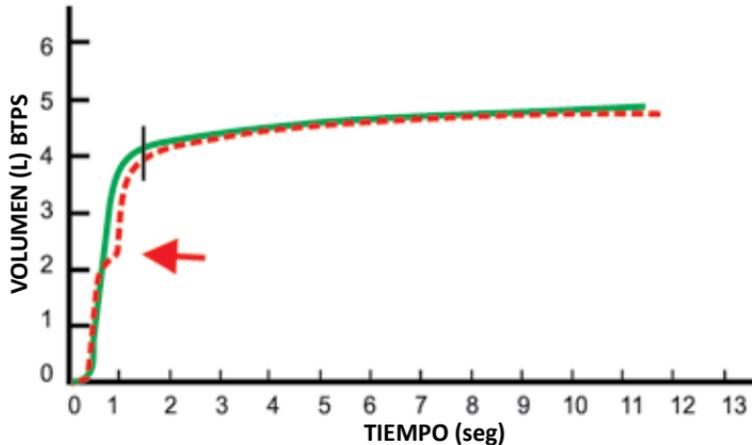
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** Una curva con un pico de flujo bajo tendrá un  $VEF_1$  reducido falsamente y una relación  $VEF_1/CVF$  que puede ser malinterpretada como una "alteración obstructiva" si otras curvas buenas no están disponibles. Una prueba repetible (tanto la CVF y el  $VEF_1$ ) se puede producir con el esfuerzo sub-máximo. En este ejemplo, la CVF es repetible pero el  $VEF_1$  no.

**Solución:** Entrene al sujeto para soplar el aire más FUERTE.

**Mensaje de error del espirómetro:** Los espirómetros tal vez no podrán reportar estas curvas como errores, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

## Error #4: Tos en el primer segundo

	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred
Buen esfuerzo	4.12	88
Error	3.96	84



**Problema:** Toser en el primer segundo puede afectar la medición del  $VEF_1$ , mientras que toser después del primer segundo no afectará la medición de la CVF a menos que el sujeto deje de soplar antes de tiempo. Una maniobra que muestre este error no debe ser utilizada para medir el  $VEF_1$ , pero puede ser utilizada para validar la CVF si es consistente con otras curvas aceptables, pero menos perfectas.

**Identificación:** La tos se ve más claramente como una interrupción dentada en la curva flujo-volumen (derecha). Aunque este ejemplo muestra solo un episodio de tos, a menudo existen múltiples episodios de tos en una sola maniobra. Es más difícil ver la tos en la curva volumen-tiempo.

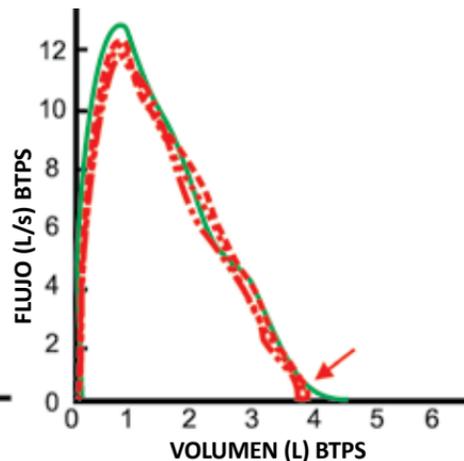
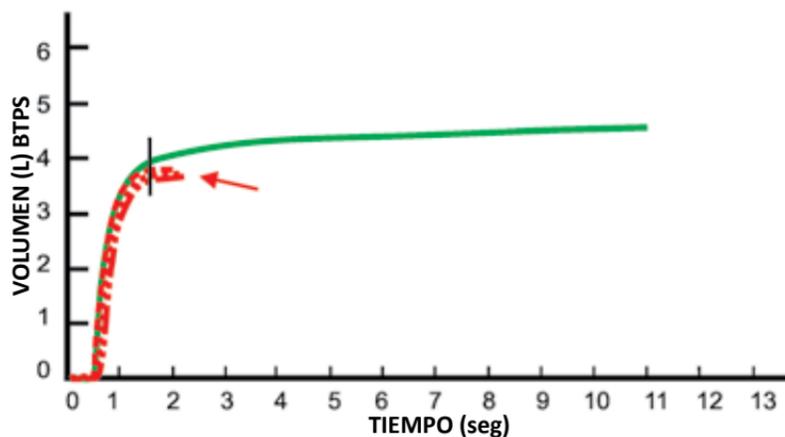
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La tos puede causar un  $VEF_1$  falsamente reducido o falsamente elevado, dependiendo de la intensidad de la tos. Sin embargo, un episodio de tos es difícil de definir y su apariencia en la pantalla depende del equipo. Una tos significativa puede causar una CVF falsamente disminuida. En cualquier caso, debido a que la relación  $VEF_1/CVF$  puede ser inexacta, la maniobra es inaceptable.

**Solución:** La tos es difícil de manejar. Ofrecer un vaso con agua antes de la maniobra puede ayudar.

**Mensaje de error del espirómetro:** Algunos espirómetros reportan este error como "Tos".

## Error #5: Terminación anticipada

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%
Buen esfuerzo	4.54	83	3.91	87	86
Error	3.81	67	3.76	84	98



**Problema:** Los sujetos que no exhalan completamente reportan resultados falsos de espirometría.

**Identificación:** La terminación anticipada se ve más claramente como una ausencia de la meseta en la curva volumen-tiempo (izquierda). La mayoría de los adultos sanos pueden exhalar hasta más de 6 segundos; pero en sujetos mayores o en procesos con desarrollo de obstrucciones de las vías respiratorias, se necesita más tiempo para alcanzar la meseta. Sin embargo, muchos jóvenes sanos alcanzan sus mesetas entre los 3 a 5 segundos de exhalar y estas pruebas son válidas. Si la maniobra se termina lo suficientemente temprano, este error también puede ser visto como una fuerte caída a flujo cero en la curva flujo-volumen (derecha).

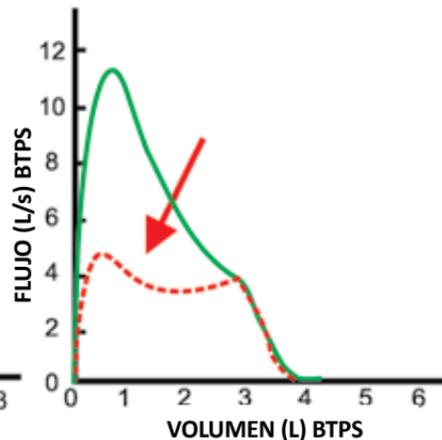
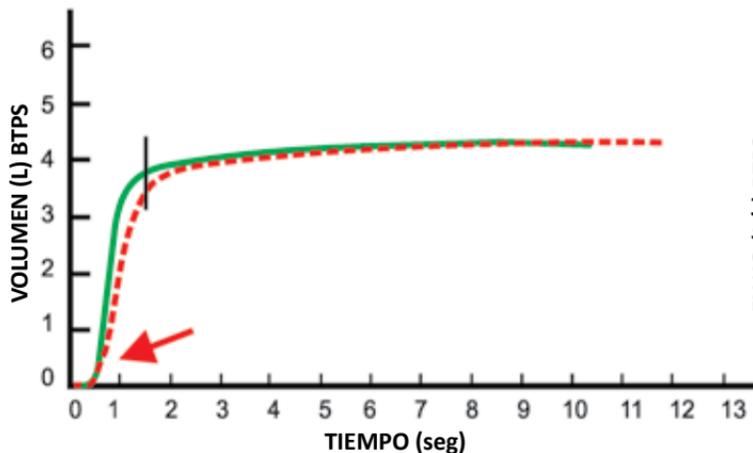
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF falsamente reducida puede ser malinterpretada como una indicación de una "alteración restrictiva". El aumento falso de la relación  $VEF_1/CVF$  puede causar que una verdadera "alteración obstructiva" sea omitida. Por lo tanto, una interpretación de "no alteración restrictiva" puede ser precisa si la CVF está por encima del LIN. Sin embargo, debido que la relación  $VEF_1/CVF$  podría no ser válida, no se puede descartar un patrón obstructivo.

**Solución:** Entrene al sujeto a CONTINUAR SOPLANDO hasta que se le diga cuando detenerse.

**Mensaje de error del espirómetro:** Los espirómetros pueden etiquetar este error como "Terminación anticipada" o "Siga soplando". Otros espirómetros no etiquetan estas curvas como errores, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones

## Error #6: Esfuerzo variable

	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%	FEM (L/s)
Buen esfuerzo	3.73	86	88	10.8
Error	3.49	80	82	4.8



**Problema:** El flujo de aire exhalado varía sustancialmente si el esfuerzo es variable, sobre todo durante los primeros 2-3 segundos de la maniobra.

**Identificación:** Mientras que la tos es usualmente vista como interrupciones dentadas en la curva flujo-volumen, el esfuerzo variable es visto a menudo como una depresión en la curva flujo-volumen (derecha). Mientras más variable sea el esfuerzo, mayor es la depresión en la curva flujo-volumen.

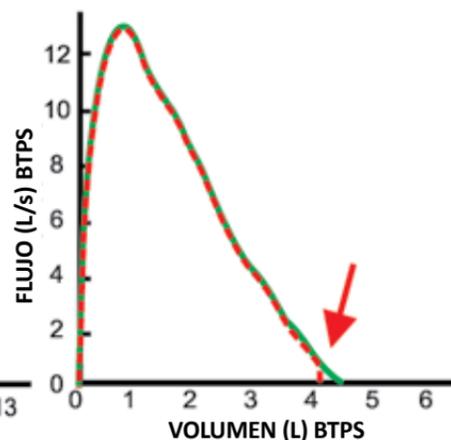
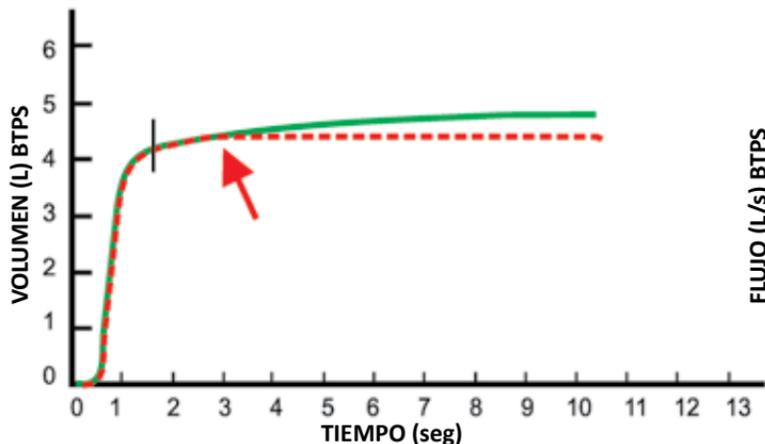
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La falsa reducción del  $VEF_1$  y de la relación  $VEF_1/CVF$  pueden malinterpretarse como una " alteración obstructiva." Sin embargo, la forma de la curva flujo-volumen y la reducción del FEM indican que los valores bajos son causados por un esfuerzo pobre.

**Solución:** Entrene al sujeto que sople de una sola vez FUERTE y RÁPIDAMENTE, y MANTENGA el soplido hacia afuera.

**Mensaje de error del espirómetro:** Muchos espirómetros no etiquetan este error, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

## Error #7: El cese de flujo de aire – cierre de la glotis o contención de la respiración

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> /CVF %
Buen esfuerzo	4.90	91	4.16	85
Error	4.40	82	4.16	96



**Problema:** El flujo de aire durante la exhalación puede de repente cesar antes que los pulmones estén completamente vacíos.

**Identificación:** Cerrando las cuerdas vocales (cierre de la glotis) y sosteniendo la respiración a la vez, causa que la curva de volumen-tiempo muestre una línea horizontal abrupta (izquierda). La curva flujo-volumen desciende bruscamente a flujo cero (derecha).

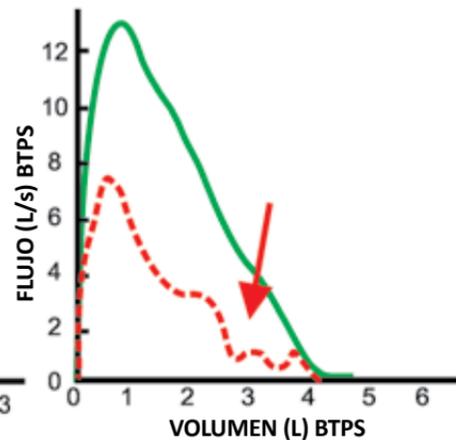
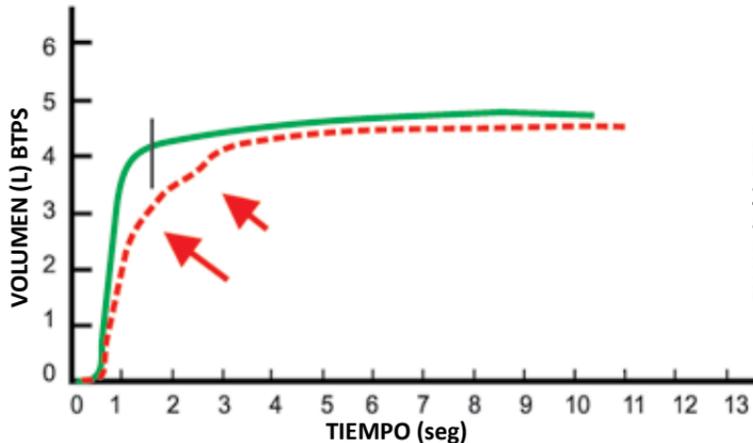
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF se reduce falsamente y puede ser malinterpretada como indicador de una " alteración restrictiva". Además, la relación  $VEF_1/CVF$  puede estar falsamente elevada, lo que resulta en  $VEF_1/CVF$  normal, incluso cuando el sujeto tiene una alteración obstructiva leve.

**Solución:** El cierre de la glotis puede ser involuntario y debe ser documentado. Sin embargo, para la contención de la respiración, entrene al sujeto que sople HASTA QUE RECIBA LA INSTRUCCIÓN DE PARAR.

**Mensaje de error del espirómetro:** Algunos espirómetros etiquetarán este error como "Sople por más tiempo" o "Detención brusca."

## Error #8: Boquilla parcialmente obstruida

	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%	FEM (L/s)
Buen esfuerzo	4.08	101	87	12.4
Error	3.09	77	68	7.2



**Problema:** La velocidad del aire exhalado se reduce si la boquilla está parcialmente bloqueada por la lengua del sujeto, los dientes, las dentaduras postizas sueltas, o una mordedura fuerte que deforme la forma de la boquilla.

**Identificación:** La obstrucción de la boquilla puede causar curvas de flujo-volumen y volumen-tiempo que se deforman en diversas maneras. La curva de flujo-volumen puede tener un pico de flujo reducido y las porciones de la curva están aplanadas (derecha). La curva de volumen-tiempo podría mostrar un aplanamiento después de la subida inicial de la curva (izquierda). La forma específica de cada curva depende de cuando y en qué grado se redujo el flujo de aire, a mayor grado de obstrucción de la boquilla, mayor es el aplanamiento de la curva.

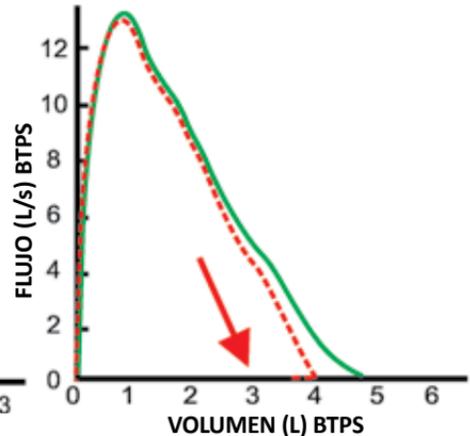
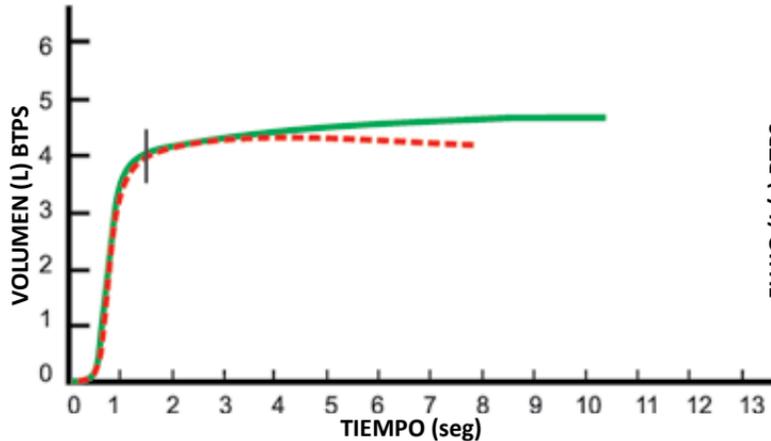
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF se puede reducir si hay suficiente presión para causar la pérdida de aire alrededor de la boquilla. La relación  $VEF_1$  y  $VEF_1/CVF$  falsamente reducida puede ser malinterpretada como una indicación de una " alteración obstructiva."

**Solución:** Entrene al sujeto para que coloque la boquilla entre los dientes y en la parte superior de la lengua. Fijar las dentaduras puede ser preferible a la remoción de las mismas, ya que mantiene la integridad anatómica y promueve el adecuado cierre del labio. Morder ligeramente la boquilla (sin deformar) por lo general ayuda, a menos que las dentaduras no estén bien ajustadas.

**Mensaje de error del espirómetro:** Muchos espirómetros no etiquetan este error, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

## Error #9: Fuga

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> /CVF%
Buen esfuerzo	4.71	80	4.05	86
Error	4.35	74	4.05	93



**Problema:** Las fugas en los espirómetros de tipo volumen equipados con resortes auto-negadores harán que las medidas de volumen y de flujo sean falsamente bajas. Las fugas pueden ocurrir en el espirómetro, en la manguera, o alrededor de la boquilla del sujeto durante una maniobra.

**Identificación:** Cuando las fugas son lo suficientemente grandes como para ser visualizadas, causan que la curva de volumen-tiempo descienda después que alcance la meseta (izquierda). Ellas también causan que la curva flujo-volumen se "retroceda" hacia volumen cero al final de la maniobra (derecha).

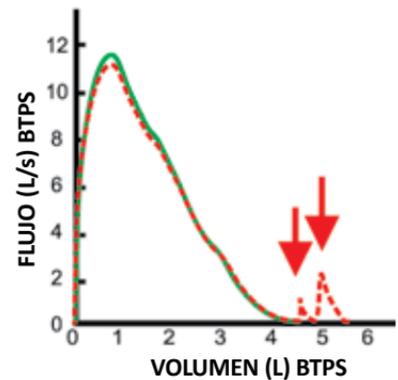
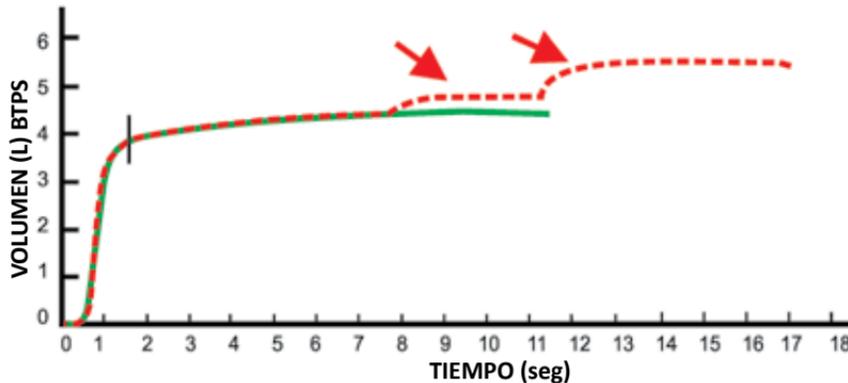
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** Cuando las fugas son visibles en cualquier gráfico, es probable que el efecto sobre la CVF sea profundo. Dado que el  $VEF_1$  no se ve muy afectado, la relación  $VEF_1/CVF$  es a menudo falsamente elevada. Estos falsos resultados pueden impedir la detección de una "alteración obstructiva" o ser malinterpretados como indicación de una "alteración restrictiva."

**Solución:** Las fugas son más comunes en los espirómetros de volumen. El técnico debe seguir el protocolo de comprobación de fugas para determinar si está en el espirómetro, la manguera, o en la boquilla. Un sistema de espirómetro de flujo puede tener fugas, pero no causará los gráficos como los que se han mostrado. Una fuga provocará que el espirómetro de flujo falle el chequeo de calibración cuando la jeringa es inyectada lentamente. Un técnico que usa un espirómetro de flujo tiene que comprobar si hay conexiones sueltas o agujeros o desgaste en los tubos. Los técnicos también deben asegurarse que el sujeto mantenga los labios cerrados y apretados, ya que algunos dispositivos dentales pueden interferir con un cierre del labio adecuado. Un técnico astuto generalmente puede oír el escape del aire alrededor de la boquilla.

**Mensaje de error del espirómetro:** Los espirómetros no etiquetan este error, debe ser detectado durante el chequeo de la calibración.

## Error #10: Respiración extra (s)

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%
Buen esfuerzo	4.43	97	88
Error	5.55	122	69



**Problema:** Los sujetos a veces toman respiraciones adicionales a través de su nariz o alrededor de los lados de la boquilla durante o casi al final de la maniobra.

**Identificación:** Las respiraciones extras se ven fácilmente en las dos pantallas: la curva volumen-tiempo tiene "pasos" añadidos en la meseta al final de la exhalación (izquierda) y la curva flujo-volumen tiene pequeñas curvas agregadas después de la curva grande (derecha). Podría haber una o más respiraciones adicionales con el tamaño del artefacto dependiendo de la cantidad de aire respirado hacia adentro

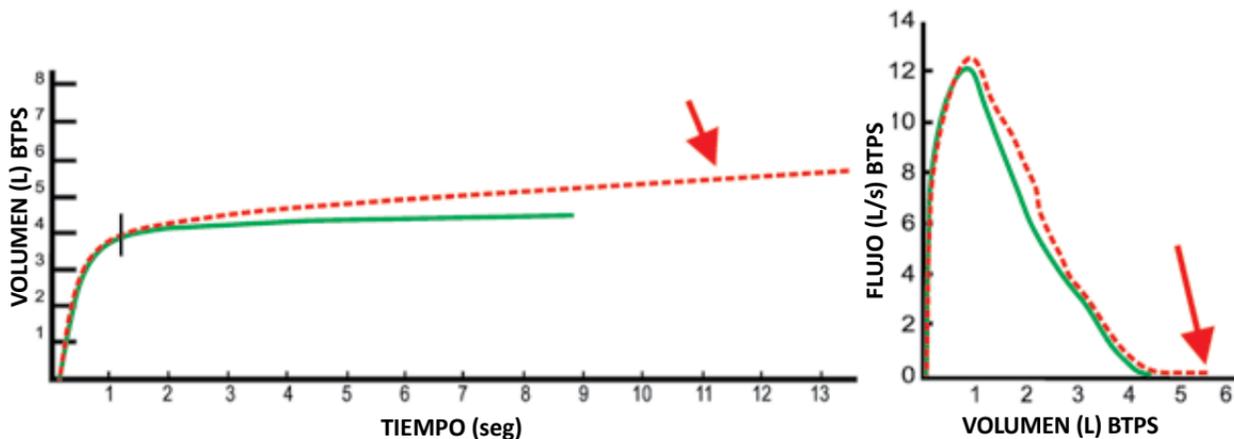
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF está falsamente elevada, aunque el  $VEF_1$  no se ve afectado, causando que la relación  $VEF_1/CVF$  este falsamente reducida, lo cual puede ser malinterpretada como indicación de una " alteración obstructiva."

**Solución:** Utilice pinzas nasales e instruya al sujeto a mantener sus labios apretados y sellados alrededor de la boquilla. Dado que estas respiraciones adicionales elevan falsamente la CVF, las curvas deben ser borradas y no deben ser guardadas con los resultados de la prueba.

**Mensaje de error del espirómetro previo:** Muchos espirómetros no etiquetan este error, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

## Error #11: Error flujo-cero positivo

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%
Buen esfuerzo	4.41	85	3.87	95	88
Error	5.68	109	3.93	96	69



**Problema:** Un error de flujo-cero positivo (en el tipo de espirómetro de flujo) causa un exceso de grabación de todas las mediciones espiratorias. Este error puede producirse cuando el punto de referencia de flujo cero no está bien ajustado.

**Identificación:** Los errores de flujo- cero positivos podrían causar que la curva de volumen-tiempo se eleve a una velocidad constante y nunca llegue a la meseta (izquierda). El ángulo de la elevación depende de la gravedad del error cero – cuanto más grande sea el error, más pronunciada es la pendiente. La curva flujo-volumen muestra una cola larga al final de la espiración que permanece en un flujo positivo constante (derecha).

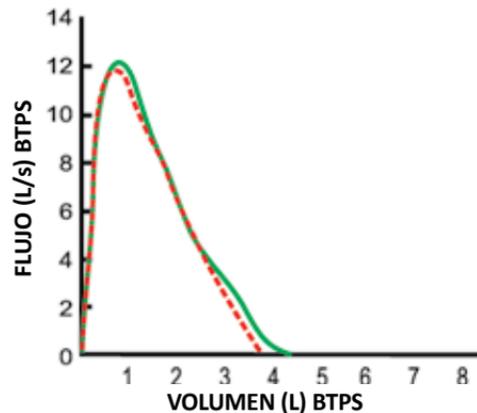
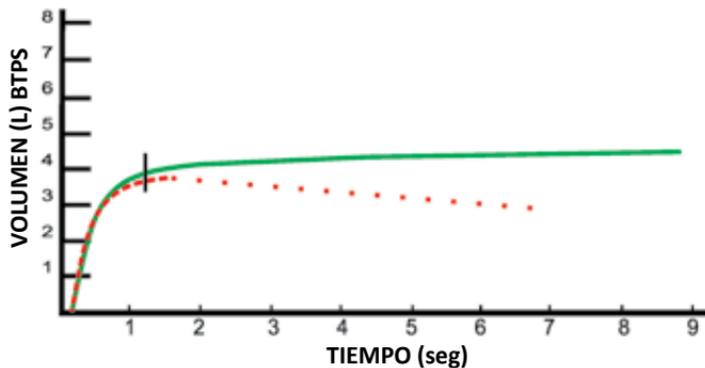
**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF se ve más afectada que el  $VEF_1$ , causando una relación  $VEF_1/CVF$  falsamente reducida la cual puede ser malinterpretada como una indicación de una " alteración obstructiva."

**Solución:** Muchos espirómetros de tipo flujo son susceptibles a errores de flujo cero. Para evitar estos errores, el técnico debe bloquear la salida del sensor para evitar el movimiento del aire a través del sensor, mientras se ajusta la referencia de flujo cero. Los sensores deben mantenerse derechos e inmóviles durante la prueba del sujeto. Algunos espirómetros determinan el flujo cero antes de cada maniobra, mientras que otros espirómetros lo miden sólo una vez, antes del conjunto de maniobras del sujeto. Los errores cero tienden a variar en el primer caso, pero las curvas serán consistentemente incorrectas en el último caso. Todas las curvas registradas con errores cero deben ser eliminadas.

**Mensaje de error del espirómetro previo:** Los espirómetros no etiquetan estos errores, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

## Error #12: Error flujo-cero negativo

	CVF (L)	CVF % Pred	VEF <sub>1</sub> (L)	VEF <sub>1</sub> % Pred	VEF <sub>1</sub> /CVF%
Buen esfuerzo	4.41	85	3.87	95	88
Error	3.81	73	3.63	89	95



**Problema:** Un error de flujo- cero negativo (en un tipo de espirómetro de flujo) puede causar sub-registro de todas las mediciones espiratorias. El grado en que se produce el sub-registro depende de la gravedad del error de flujo -cero. Este error se puede producir cuando el punto de referencia del flujo- cero no está bien ajustado.

**Identificación:** Un error de flujo-cero negativo podría causar que la curva de volumen-tiempo se termine abruptamente o puede caer gradualmente hacia volumen cero (izquierda), similar a una fuga grande.

**Implicaciones de los resultados de la prueba:** La CVF está más afectada que el  $VEF_{1,}$  provocando un falso aumento de la relación  $VEF_{1,}/CVF$ . Estos resultados pueden ser malinterpretados como indicadores de una " alteración restrictiva " o podría ocultar una verdadera " alteración obstructiva. "

**Solución:** Muchos espirómetros de tipo de flujo son susceptibles a errores de flujo cero. Para evitar estos errores, el técnico debe bloquear la salida del sensor para evitar el movimiento del aire a través del sensor, mientras que se ajusta la referencia de flujo cero. Los sensores deben mantenerse derechos e inmóviles durante la prueba del sujeto. Algunos espirómetros determinan el flujo cero antes de cada maniobra, mientras que otros espirómetros lo miden sólo una vez, antes del conjunto de maniobras del sujeto. Los errores cero tienden a variar en el primer caso, pero las curvas serán consistentemente incorrectas en el último caso. Todas las curvas registradas con errores cero deben ser eliminadas.

**Mensaje de error del espirómetro previo:** Los espirómetros no etiquetan estos errores, por lo que los profesionales de la salud deben reconocer estos patrones.

Departamento de Salud y Servicios Humanos  
Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades  
Instituto para la Seguridad y Salud Ocupacional  
4676 Columbia Parkway  
Cincinnati, OH 45226-1998



***Cumpliendo con la promesa de la Nación:  
Seguridad y salud en el trabajo para todas  
las personas a través de la investigación y la  
prevención.***

Para recibir documentos de NIOSH o más información  
acerca de temas de seguridad y salud ocupacional,  
comuníquese con NIOSH al  
1-800-CDC-INFO ( 1-800-232-4636)  
TTY: 1-888-232-6348  
Email: [cdcinfo@cdc.gov](mailto:cdcinfo@cdc.gov)  
o visite el sitio web de NIOSH en [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)  
Para recibir boletines mensuales de actualización de NIOSH,  
suscríbese a NIOSH eNews en [www.cdc.gov/niosh/eNews](http://www.cdc.gov/niosh/eNews)

DHHS (NIOSH) ) Publicación No. 2012-116

**SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™**  
GENTE MAS SEGURA, MAS SALUDABLE