

Espirometría: manual de procedimientos. SER Chile, actualización 2024

PATRICIA SCHÖNFFELDT G.¹ (Coordinadora), CECILIA ALVAREZ G.¹, RAÚL AVELLO F.¹, TERESA BEROÍZA W.¹, IVÁN CAVIEDES S.¹, JUAN CÉSPEDES G.¹, CRISTÓBAL COLLAO T.¹, RAÚL CORRALES W.¹, PAULINA GÓMEZ B.¹, MÓNICA GUTIÉRREZ C.¹, BERNARDINE HELLE W.¹, PATRICIA SANDOVAL L.¹ y MANUEL OYARZÚN G.¹

Manual of Procedures on Spirometry. SER Chile 2024

Spirometry is a fundamental test in the evaluation of respiratory mechanics, with a low cost and acceptable repeatability. Considering the importance of applying standardized procedures to perform spirometry, in 2006 the committee of pulmonary function specialists of the Chilean Respiratory Society (SER), published the first manual of procedures to perform spirometry. In 2014, reference equations for Chilean adults were published and in 2018 an update of the manual was published. However, in 2019 and 2022 ATS and ERS have published important changes both in the technique for performing spirometry and in its interpretation. The objective of this publication is to update the 2018 Chilean procedures manual to the national reality, adjusting it to the new standards and concept in spirometry both in pediatrics and in adults.

Key words: Spirometry; standardized procedures; Repeatability of results; Chile.

Resumen

La espirometría es una prueba fundamental en la evaluación de mecánica respiratoria, con un bajo costo y adecuada repetibilidad. Considerando la importancia de aplicar procedimientos estandarizados para realizar espirometrías, el año 2006 el comité de especialistas en función pulmonar de la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER), publicó el primer manual de procedimientos para realizar espirometrías. El año 2014 se publicaron ecuaciones de referencia para adultos chilenos y el 2018 se publicó una actualización del manual. Sin embargo, en los años 2019 y 2022 ATS y ERS han publicado importantes cambios tanto en la técnica como en su interpretación. El objetivo de esta publicación es actualizar el manual de procedimientos del 2018 a la realidad nacional ajustándolo a los nuevos estándares y criterios tanto en pediatría y como en adultos.

Palabras clave: Espirometría; estandarización de procedimientos; repetibilidad de los resultados; Chile.

¹ Comisión de Función Pulmonar Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias.

Índice

- I. Consideraciones generales: Bioseguridad: Higiene y control de infecciones. Espacio físico. Personal
- II. Equipo: Requerimientos mínimos
- III. Controles de calidad de los equipos
- IV. Indicaciones
- V. Contraindicaciones
- VI. Instrucciones al paciente previas al examen
- VII. Técnica: Preparación del paciente. Ejecución del examen y procedimientos
- VIII. Criterios de aceptabilidad y repetibilidad
- IX. Criterios de calidad
- X. Valores de referencia
- XI. Registro de resultados
- XII. Interpretación del examen
- XIII. Casos especiales
- XIV. Agradecimientos
- XV. Referencias bibliográficas
- XVI. Afiliación institucional de los autores

Preámbulo

La espirometría es un examen fundamental para la evaluación de la función pulmonar. Desde 1846, fecha en que John Hutchinson¹ diseñó el primer espirómetro sellado bajo agua con el cual realizó mediciones de la capacidad vital en más de 2.000 personas, tanto la técnica como los procedimientos e instrumentos para efectuar espirometría se han ido perfeccionado incesantemente y han hecho que este examen pueda ser realizado no solo en laboratorios de centros especializados, sino también en centros de atención primaria debidamente capacitados. Sin embargo, la correcta realización e interpretación de los valores espirométricos implica contar con normas estandarizadas. En este contexto, la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER) publicó en 1988 las primeras recomendaciones nacionales sobre el informe espirométrico^{2,3}. Posteriormente, en 2007 la Comisión de Función Pulmonar de la SER publicó el primer manual nacional de procedimientos espirométricos⁴, considerando consensos internacionales⁵⁻⁸ y en 2014 se propusieron las ecuaciones SER para calcular valores de referencia en población chilena adulta⁹. En el año 2018 el manual de procedimientos espirométricos SER fue reactualizado¹⁰, considerando las nuevas

normas publicadas por la *American Thoracic Society* y la *European Respiratory Society* (ATS/ERS)¹¹. Considerando nuevamente las importantes modificaciones técnicas y de interpretación de este examen introducidas por publicaciones oficiales de la ATS-ERS 2019 y 2022^{12,13}, la Comisión de Función Pulmonar de la SER, decidió publicar este documento cuyo objetivo es actualizar el manual de procedimientos espirométricos SER 2018, para ser utilizado en todos los lugares donde se realicen espirometrías en nuestro país, adaptando los nuevos estándares y conceptos a la realidad nacional, tanto en medicina respiratoria del adulto como en pediatría.

I. Consideraciones generales

a) Bioseguridad

Son las recomendaciones que se deben practicar en todo lugar para evitar la transmisión de enfermedades infecciosas respiratorias, las cuales son endémicas y están presentes en nuestro medio, ya sea por agentes virales, bacterianos o micobacterias entre otros. Los 4 puntos fundamentales a tener en cuenta, para reducir el riesgo biológico durante la realización de las pruebas son:

- Lavado de manos antes y después de la prueba tanto del operador como del paciente.
- Mantener un ambiente ventilado.
- Uso siempre de filtro antimicrobiano.
- Uso de equipo de protección personal, según normativa vigente.

Estas recomendaciones pueden variar según la situación epidemiológica local. Las medidas implementadas por cada servicio deben estar en conocimiento de todo el personal y este debe ser adecuadamente entrenado en su implementación y uso.

La situación epidemiológica actual difiere ampliamente de lo observado en los años previos en los siguientes aspectos: 1) Existe un alto porcentaje de la población inmunizada SARS-CoV-2, lo que confiere mayor protección al personal de salud y a la población general; 2) Los servicios que realizan espirometrías han implementado algunos ajustes en los procedimientos, que garantizan un mayor apego a las recomendaciones históricamente disponibles sobre la seguridad de pacientes y personal de salud en la realización de estas pruebas¹⁴.

Como medida de higiene y control de infecciones respiratorias **NO se recomienda realizar** pruebas de función en pacientes que presenten:

1. Síntomas de infección respiratoria aguda, en las últimas 3 semanas (SARS-CoV2, rinovirus, adenovirus, virus respiratorio sincicial, neumococo, etc.).
2. Tuberculosis activa (bacilífera) o dentro de las 4 primeras semanas de iniciado el tratamiento^a.

Recomendaciones para el personal de salud

1. Lavado de manos o uso de solución desinfectante antes y después del estudio, uso de guantes solo si hay lesiones cutáneas.
2. Se sugiere protección de la vía aérea con mascarilla (idealmente N 95) y ocular, según lo que el comité de infecciones locales recomiende.
3. Uso de ropa de trabajo y elementos de protección personal de acuerdo a la normativa de cada institución.

Recomendaciones para el paciente

1. Lavado de manos o uso de solución desinfectante antes y después de la realización del examen.
2. Debe ingresar sin acompañante, excepto niños o casos especiales (por ejemplo, pacientes que requieran asistencia para comunicarse, para colaborar o que presenten alguna discapacidad).

Recomendaciones sobre el uso del equipo de función respiratoria

Antes de comenzar a estudiar el primer paciente y posterior a cualquier estudio de función respiratoria se deberá limpiar el equipo y todas las superficies donde haya habido contacto humano (pacientes u operadores). Se deben seguir las recomendaciones del fabricante de los equipos y del comité de infecciones de cada institución.

La administración de broncodilatadores (BD) se realizará usando la interfase apropiada, idealmente desechable o propia del paciente. Si se reutiliza, esta debe ser desinfectada según lo recomendado por el fabricante y cumpliendo la norma IAAS (Infección Asociada a la Atención de Salud). Es recomendable contar con varias unidades de estas interfases.

Para todos los estudios de función respiratoria se debe utilizar un filtro antimicrobiano diseñado específicamente para estas pruebas. Este filtro debe ser utilizado una única vez por visita y por paciente.

Recomendación sobre materiales lavables

Los materiales reutilizables, como pinzas nasales, algunos sensores e interfases para el broncodilatador, se deben lavar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y normas sobre IAAS locales.

Recomendaciones sobre materiales no lavables ni reutilizables

Filtros antimicrobianos, boquillas de cartón, materiales descartables de equipos ultrasónicos y todo aquel material que el fabricante no recomienda reutilizar, deberá eliminarse apropiadamente.

b) Espacio físico

Este debe permitir un acceso fácil al paciente y operador. Idealmente debe consistir en una habitación con una superficie de al menos 2 por 3 metros, donde se pueda acomodar al paciente, el operador y en casos excepcionales un acompañante.

El lugar debe contar con adecuada ventilación que limite la permanencia de aerosoles. Los métodos recomendados para este objetivo son los siguientes¹⁵:

1. Sistema de recirculación continua de aire con extractores siempre que este asociado a luz ultravioleta o filtros microbiológicos.
2. Sistema de recambio de aire con generación de presión negativa que garantice al menos 6 recambios de aire por hora.
3. El uso de filtros de alta eficiencia (HEPA: *High Efficiency Particulate Air*) solo está recomendado si se realiza la mantención rutinaria según las indicaciones del fabricante.
4. Por ventilación cruzada a través de puertas y ventanas que comuniquen al exterior.

No recomendamos la intercalación de pacientes entre las fases pre y post-broncodilatador durante la realización de la espirometría.

Los equipos funcionan adecuadamente entre 18 y 40°C, pero en forma práctica se sugiere mantener una temperatura estable en la sala de procedimientos cercana a los 21°C. Es importante evitar cambios de más de 3°C pues se afecta la medición, si esto ocurre el equipo debe ser recalibrado como se explicará más adelante.

Debe disponer de lavamanos separados en área limpia y sucia, una silla para el operador y una silla para el paciente cómoda con apoya brazos y sin ruedas.

Debe disponer de tallímetro, pesa, una estación de mediciones ambientales (termómetro, barómetro e higrómetro), salvo que los equipos

^aComunicación personal Dr. Carlos Peña M. Comisión de Tuberculosis, SER.

tengan incorporado su propia estación ambiental.

En el caso de realizar el test en niños pre-escolares es importante tener un ambiente acogedor y apto para niños.

c) Calificación del personal de espirometrías

Si se trata de un laboratorio de función pulmonar, un médico especialista en enfermedades respiratorias debe estar a cargo del informe, interpretación y supervisión en la realización de la técnica y de los controles de calidad.

Cuando la espirometría se realiza fuera de un laboratorio especializado, el responsable del informe, interpretación y supervisión en la realización de la técnica y de los controles de calidad, será el médico designado por la dirección del establecimiento y que tenga conocimientos en la técnica.

El operador debe ser un profesional de la salud, idealmente tecnólogo-médico, kinesiólogo, enfermera o técnico paramédico, debidamente capacitados y certificados en la técnica. En el caso de niños, debe tener la capacidad de relacionarse con niños en forma empática y con condiciones aptas para manejar la atención infantil. El operador debe tener experiencia de al menos 1 año en trabajo supervisado e idealmente haber aprobado un curso certificado de espirometría por sociedades de ciencias médicas o de universidades nacionales acreditadas.

Requisitos para instructores y docentes de espirometrías

Para la realización de un curso presencial o virtual, capacitación o entrenamiento en esta técnica de función pulmonar debe contarse con un director de curso y docentes calificados e idealmente acreditados para enseñar esta técnica.

Requisitos para ser director calificado de un curso de espirometría. Se debe cumplir al menos uno de los siguientes requisitos: 1) Médico especialista en enfermedades respiratorias del adulto o niños; 2) Médico contratado en una unidad respiratoria a cargo de función pulmonar con al menos 5 años de experiencia; 3) Médicos que hayan obtenido una acreditación como entrenadores en espirometrías de una universidad o sociedad de ciencias médicas reconocida nacional o internacionalmente, pero que tenga un desempeño laboral de más de 5 años en una unidad de función pulmonar.

Requisitos para ser docentes de un curso acreditado. Son los mismos que se requieren para ser director y además se agregan profesionales de área de la salud con duración de su carrera de al menos 5 años (o 10 semestres) y que trabaje realizando espirometrías, con al menos 3 años de experiencia en esta técnica.

II. Equipos

Las sociedades internacionales de ciencias médicas han acordado que todos los espirómetros deben cumplir con los estándares de contenidos de la actual Organización Internacional de Normalización (ISO) 26782 y exigen que los requisitos de rendimiento, precisión, linealidad y repetibilidad deben estar dentro del $\pm 3\%$, con un error máximo permitido $\leq \pm 2,5\%$ cuando se hace la verificación con una jeringa de 3 L (Tabla 1).

La jeringa de 3 L para verificar la calibración del espirómetro debe tener una precisión de $\pm 0,5\%$ o de ± 15 ml. A la jeringa se le debe hacer una prueba de fuga mensual. Para ello, se desplaza el émbolo hasta su punto máximo, se

Tabla 1. Requerimientos mínimos de los espirómetros

Índices	Valores o procedimientos aceptables
Margen de volumen	0,5 a 8 L
Exactitud	$\pm 3 \%$
Precisión	$\pm 2,5\%$
Linealidad	$\pm 3\%$
Volumen mínimo detectable	± 25 mL
Tiempo cero	Automáticamente entregado por el equipo
Tiempo de lectura	15 segundos
Rango escala flujo/volumen	2:1
Señal de prueba Jeringa de 3 L	$\pm 0,5$ o 15 mL

ocluye la salida y se intenta vaciarla. Lo mismo se hace ocluyendo la salida con la jeringa completamente vacía y se intenta llenarla. Si existen fugas no se debe usar para verificar la calibración del espirómetro.

La verificación de la calibración del espirómetro se debe realizar diariamente usando la jeringa de 3 L y bombeando al menos 3 ciclos de volumen de aire. Para verificar linealidad se deben ejecutar 3 ciclos de aire para 3 flujos diferentes que deben variar entre 0,5 y 12 L/s, con tiempos de inyección de 3 L entre 0,5 y 6 segundos. Cada flujo debe cumplir una precisión de $\pm 3\%$ o 90 ml ($\pm 2,5\%$ o 75 ml para el espirómetro y $\pm 0,5\%$ o 15 ml para la jeringa).

El equipo debe tener la visualización en pantalla de las maniobras, en tiempo real, tanto para las curvas flujo/volumen (F/V) y volumen/tiempo, aunque bastaría la imagen de la curva de F/V en el momento de la medición debido a que es más sensible para definir la aceptabilidad de cada maniobra.

III. Controles de calidad de los equipos

El laboratorio de función pulmonar debe contar con un adecuado control de calidad y verificación de calibración de los equipos.

Para asegurar la calidad de los equipos y jeringas, un laboratorio de función pulmonar debe contar con manuales de instalación de equipos y de procedimientos, registro de calibraciones (volumen y linealidad), registro de mantenimientos del equipo, ya sea preventivos o por reparaciones, fechas de caducidad de equipos y fechas en que se realizaron cambios o actualizaciones de *software*.

Antes de cada calibración el operador debe actualizar, en el equipo, las variables ambientales de temperatura, humedad y presión barométrica para que este entregue los valores medidos corregidos en condiciones BTPS (saturado con vapor de agua, a presión barométrica ambiental y a 37°C). El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) de EE.UU. ha establecido un rango de temperatura ambiental entre 17 y 40 °C para realizar una espirometría. El espirómetro debe contar con una estación meteorológica que mida temperatura con una exactitud de ± 1 °C, si no cuenta con estación meteorológica el cálculo del factor de corrección a condiciones BTPS (*Body Temperature Pressure Saturated*), debe realizarse manualmente. Cada vez que existe un cambio $> 3^\circ\text{C}$ en < 30 minutos se debe realizar una nueva calibración.

Si el factor de calibración varía más de ± 2 desviación estándar (DE) del factor de calibración promedio o cambia más de un 6% del factor de calibración previo es un signo de alarma y puede indicar que el espirómetro requiere limpieza, mantención y/o reparación.

a) Control diario

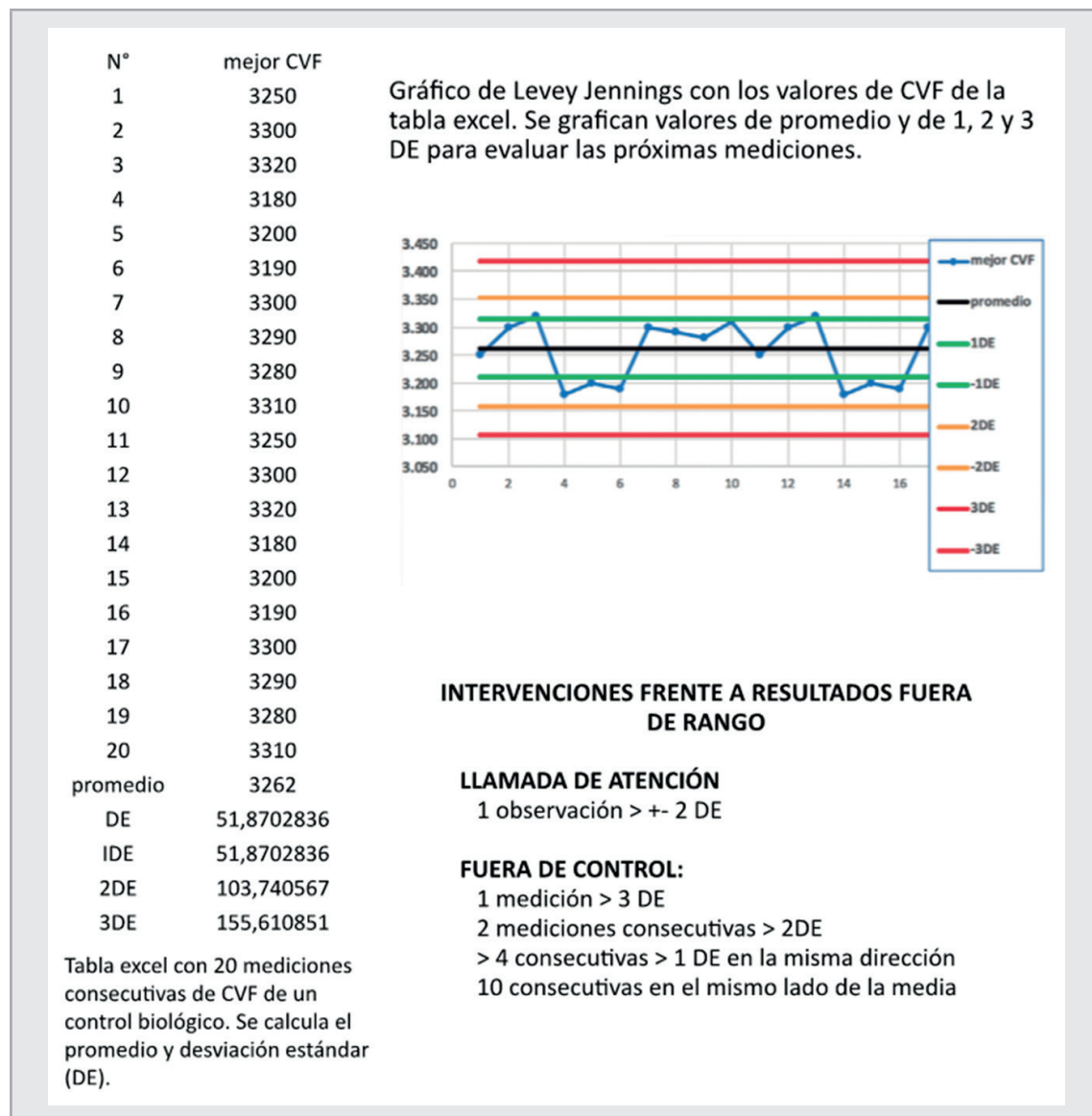
Para todos los espirómetros:

- Revisión Visual del sensor de flujo buscando perforación, obstrucción y exceso de humedad
- Todos los espirómetros deben calibrarse en forma diaria utilizando el filtro recomendado por el fabricante para cada espirómetro, comprobando que el equipo se encuentre dentro de los límites de exactitud ($\pm 3\%$). El instrumento de calibración estandarizado es una jeringa de 3 L con exactitud de ± 15 ml o $\pm 0,5\%$, con certificado vigente, testada anualmente por el servicio técnico y mantenida a la misma temperatura y humedad que el espirómetro. El resultado de la medición permite un error máximo $\leq 2,5\%$ para el espirómetro y del $\pm 0,5\%$ volumen de la jeringa, es decir ≤ 90 ml o 3%. Revisar periódicamente posibles fugas y mantener jeringa y espirómetro lejos del calor o de un ambiente húmedo.
- Evaluación de la linealidad, que se realiza inyectando el volumen de 3 L en tres oportunidades con 3 flujos distintos bajo, medio, alto (entre 0.5 y 12 L/s) con tiempos de inyección de 3 L entre 0,5 y 6 segundos. Cada flujo inspiratorio y espiratorio debe cumplir con una precisión del $\pm 3\%$ ($\pm 2,5\%$ para el espirómetro y $\pm 0,5\%$ para la jeringa).

b) Control mensual

Se deben realizar controles biológicos. Respecto a la selección de los controles estos deben ser sujetos normales y sanos, sin patología respiratoria previa, no fumadores, de distinto sexo, talla y edad, la ATS recomienda realizar espirometría al menos a 3 sujetos una vez al mes y calcular promedio, DE y coeficiente de variación (cv):

(cv = DE/promedio $\times 100$) para CVF y VEF₁ debe ser inferior al 10%. Resultados fuera del promedio $+ 2$ DE requieren evaluación del equipo, la calibración y de la forma de hacer la prueba. Cada control biológico inicialmente debe tener 20 mediciones en días sucesivos. Una vez completados se calcula el promedio y DE que servirán para hacer el seguimiento sucesivo con el gráfico de Levey-Jennings¹⁰ (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de control biológico¹⁰

Nota: En este ejemplo el coeficiente de variación es: 1,58%

IV. Indicaciones de la espirometría

Las principales indicaciones de la espirometría son:

a) Diagnósticas

- Evaluación de pacientes con síntomas, signos o exámenes sugerentes de patología respiratoria.
- Valoración del impacto de enfermedades respiratorias o extra-respiratorias sobre la función pulmonar.

- Estudio de individuos con factores de riesgo de presentar enfermedad respiratoria (v.gr.: fumadores de tabaco o “vapeo”).
- Evaluación de riesgo preoperatorio.

b) De control

- Monitoreo de evolución de alguna enfermedad respiratoria. La periodicidad con la que se debe solicitar este examen surge de la necesidad del médico tratante, pero se sugiere realizarla al menos una vez al año.

- Evaluación de pacientes con patología respiratoria con intervenciones farmacológicas y no farmacológicas
- Control de reacciones adversas a drogas con toxicidad pulmonar

c) Laborales y de incapacidad^b

- Estudio de probable patología obstructiva de origen laboral (por ejemplo: panaderos y trabajadores de molinos, trabajadores de la industria de la fabricación de espumas y plásticos, de industrias forestales y madereras, de industrias textiles, soldadores, entre otros, que presenten síntomas respiratorios relacionados a su exposición laboral).
- Evaluación funcional para determinación de incapacidad en trabajadores con neumoconiosis y otras patologías con alteración de la función pulmonar, según circular 3G/40 de 1983 del Ministerio de Salud.
- Control periódico de trabajadores con neumoconiosis, asma de origen laboral y otras.
- Evaluación pre-ocupacional ante exposición a agentes neumoconiógenos (polvos de sílice, asbesto, carbón, silicatos) o a irritantes o sensibilizantes de las vías aéreas (ácido sulfúrico, algodón crudo, dióxido de azufre, diisocianato de difenilmetano: MDI, formaldehído, glutaraldehído, humos de soldadura al arco eléctrico, maderas coníferas, polvo de encina, haya o eucalipto, polvo de grano de cereales, polvo de harina de trigo, tolueno-diisocianato: TDI).
- Evaluación preocupacional y ocupacional de trabajadores expuestos a hiperbaria (buzos). En trabajadores expuestos a hipoxia hipobárica (alturas geográficas sobre 3.000 m) se considera contraindicación para este tipo de trabajo, la presencia de enfermedades respiratorias como EPOC y enfisema buloso, entidades cuya evaluación requiere espirometría basal y post broncodilatador.
- Valoración del grado de incapacidad para determinación de pensiones de invalidez y de seguros.

d) Epidemiológicas e investigación

- Investigación clínico-epidemiológica.
- Estudio de ecuaciones de referencia.

V. Contraindicaciones

La maniobra de espiración forzada utilizada en la espirometría aumenta las presiones intratorácica, intraabdominal e intracraneal. Las contraindicaciones absolutas y relativas que proponemos, están influenciadas por la heterogeneidad de sujetos a quienes se les realiza la prueba, del personal que realiza la maniobra, del lugar físico (atención primaria de salud: APS versus laboratorio de función pulmonar) y disponibilidad de acceso a instalaciones y personal entrenado en el manejo de una posible complicación. En general las contraindicaciones son aquellas para hacer esfuerzo máximo.

a) Absolutas

1. Debido a aumentos en la demanda miocárdica o alteración en el sistema circulatorio
 - Patología cardiovascular no controlada
 - Angina inestable *
 - Hemoptisis
 - Hipertensión arterial no controlada*.
 - Insuficiencia cardíaca descompensada.
 - Embolia pulmonar clínicamente inestable o hasta adecuada anticoagulación.
2. Debido a aumento en la presión intracraneal
 - Accidente cerebrovascular reciente*.
 - Trauma craneal reciente con síntomas persistentes.

**Hasta por 1 mes después de estabilizado el episodio.*

3. Debido a aumentos en la presión intratorácica
 - Presencia de neumotórax reciente (al menos 4 semanas tras la resolución).
4. Debido a dificultad respiratoria o riesgo de infección
 - Paciente con signos de insuficiencia respiratoria aguda.
 - Infección respiratoria o sistémica transmisible activa o presunta, incluida la tuberculosis dentro de las 4 primeras semanas de tratamiento.
 - Condiciones bucales que predisponen a la transmisión de infecciones o sangrado oral.

b) Relativas

1. Condiciones de seguridad
 - Historia de síncope relacionado con espiración forzada/tos.
 - Cirugía torácica, abdominal, cerebral dentro de 4 semanas.
 - Cirugía o infección de senos paranasales u oído medio dentro de 4 semanas.

^bDrs. G. Lermenda, G. Contreras, D Delgado y J. Méndez
Sociedad Chilena de Medicina del Trabajo: SOCHMET,
comunicación personal.

- Cirugía ocular dentro de al menos 6 semanas.
- Aneurisma aórtico o cerebral.
- Embarazo con riesgo obstétrico elevado (v.gr. antecedentes de aborto en los primeros meses, eclampsia).

2. Condiciones que limiten la realización de la técnica adecuada.

- Falta de comprensión o colaboración con el examen.
- Dolor torácico o abdominal.
- Problemas bucodentales o faciales.
- Incontinencia urinaria de esfuerzo.
- Hipoacusia severa.
- Embarazo mayor a 6 meses (limita la inspiración profunda).

**Nota*

En los casos de contraindicaciones absolutas es factible realizar la maniobra de capacidad vital lenta, previo acuerdo con el médico solicitante del examen. De existir una contraindicación relativa el operador debe informar al médico encargado del laboratorio, quien debe supervisar la realización de la prueba.

Complicaciones

En una revisión de 20 años con más de 186.000 pruebas de función pulmonar (excluyendo las pruebas de ejercicio y de provocación bronquial), se encontró la ocurrencia de 5 incidentes por cada 10.000 pruebas de función pulmonar¹⁶.

Ocasionales: accesos de tos, mareo leve.

Infrecuentes: broncoespasmo, incontinencia urinaria, cefalea.

Muy infrecuentes: síncope, lipotimia, disautonomía.

La espirometría debe suspenderse de inmediato si durante la maniobra el paciente presenta síntomas o signos adversos (como dolor, mareo, etc.). Se recomienda no insistir en la maniobra y solicitar evaluación del paciente por el médico encargado del laboratorio de espirometría.

VI. Instrucciones al paciente previas al examen

Indicaciones para el paciente

Las indicaciones deben ser entregadas en forma oral y escritas a cada paciente en el momento de agendar su hora, el instructivo debe incluir los siguientes puntos:

- Fecha y hora del examen.
- Debe traer orden médica con diagnóstico clínico.
- No debe estar en ayunas, si se realiza en la tarde debe ingerir almuerzo liviano.
- No fumar, vapear y/o usar pipa de agua (mínimo 1 h antes) para evitar la broncoconstricción aguda debido a la inhalación de humo.
- No consumir drogas o alcohol (mínimo 8 h antes) para evitar problemas de coordinación, comprensión y capacidad física.
- No realizar ejercicio intenso (mínimo 1 h antes) para evitar la posible broncoconstricción inducida por el ejercicio.
- No usar ropa ajustada que restrinja sustancialmente la expansión del tórax y abdomen.
- No suspender oxígeno suplementario en caso de ser paciente oxígeno dependiente.
- No suspender otras terapias de uso habitual (Diabetes Mellitus, Hipertensión arterial, Hipotiroidismo, Epilepsia, etc.).
- Suspensión previa de broncodilatadores en caso de diagnóstico de patología pulmonar (Tabla 3).

Tabla 3. Tiempo de suspensión de la medicación broncodilatadora

Medicación broncodilatadora	Tiempo de suspensión (h)
SABA : agonista β -2 adrenérgico de acción corta (v.gr.: albuterol, salbutamol)	4 - 6
SAMA : antagonista muscarínico de acción corta (v.gr.: bromuro de ipratropio)	12
LABA : agonista β -2 adrenérgico de acción prolongada (v.gr.: formoterol, salmeterol)	24
Ultra LABA (v.gr.: indacaterol, vilanterol, olodaterol)	36
LAMA: antagonista muscarínico de acción prolongada (v.gr.: tiotropio, umeclidinio, aclidinio, glicopirronio)	36 - 48

Los tiempos de suspensión para las pruebas post-broncodilatadores son más cortos que los de las pruebas de provocación con metacolina, porque la broncoprotección proporcionada por estos agentes dura más que sus efectos de broncodilatación. En el caso de los broncodilatadores duales, se utiliza el tiempo de suspensión para el broncodilatador de acción prolongada. Idealmente debe anotarse el nombre comercial del producto.

Aplicación de la indicación de suspensión de broncodilatadores pre espirometría

- Si el examen se realiza para fines diagnósticos, se debe suspender los broncodilatadores antes de la prueba.
- Si el examen es para seguimiento y control de respuesta a un tratamiento y el médico tratante solicita no suspender los broncodilatadores, se debe realizar el examen indicando qué broncodilatadores usó y cuántas horas antes del examen se lo/s administró.

VII. Técnica**a) Consideraciones sobre higiene y control de infecciones**

Se recomienda seguir las sugerencias de bioseguridad descritas en la sección I. Consideraciones generales.

b) Material

- Desechar la boquilla y filtros al terminar el examen de cada paciente en receptáculo apropiado para riesgo biológico.
- Desinfectar las pinzas nasales o cualquier instrumento que se ponga en contacto con la mucosa de la nariz o la boca y que no sea desechable.

c) Preparación del paciente

El paciente debe estar sentado y relajado, al menos 5 a 10 min antes de la prueba.

Presentarse con el paciente.

Realizar una breve historia clínica (anamnesis) general sobre situación actual, diagnóstico, motivo del estudio, medicamentos usados, antecedentes de enfermedades infecciosas recientes y patologías que contraindiquen hacer la técnica.

Explicar y demostrar al paciente la técnica adecuada del procedimiento y cómo deberá colaborar.

Se debe comentar al paciente que se le hablará en voz alta, lo cual es necesario para que consiga su mejor esfuerzo y que nos avise de inmediato si siente alguna molestia.

Se deberá registrar:

- Nombre completo y cédula de identidad.
- Fecha de nacimiento y edad.
- Sexo de nacimiento y etnia.
- Peso corporal (expresado en kg) medido en una báscula adecuada, sin zapatos y con ropa ligera.
- Estatura medida sin zapatos con la espalda erguida, la cabeza y la espalda apoyadas en el tallímetro o estadímetro, para mayor exactitud en la medición se puede aplicar una escuadra

en la zona cefálica más alta. En sujetos con marcada cifoescoliosis u otra deformidad torácica o en pacientes que no puedan ponerse de pie, se puede estimar la talla con la medición de la envergadura (distancia máxima entre el extremo de los dedos medios de ambas manos, con las extremidades superiores extendidas al máximo en cruz) tanto en niños como en adultos, ya que en ambos casos, la envergadura se correlaciona bien con la estatura.

d) Ejecución del examen

El operador debe realizar flujo 0 en el equipo, teniendo la precaución de que el sensor de flujo este libre de flujos externos (v.gr. presencia de ventilador, movimiento del sensor).

El operador debe instruir y demostrar sobre los siguientes aspectos de la prueba al paciente:

- Posición de la boquilla con filtro desechable y pinza nasal
- Postura correcta con la cabeza ligeramente elevada
- Inspira profunda y rápidamente hasta llenar completamente su pulmón
- Exhalar con el máximo esfuerzo hasta vaciar completamente el aire
- Inspirar aire con el máximo esfuerzo hasta llenar completamente su pulmón
- Confirmar que el paciente entiende las instrucciones y está dispuesto a cumplir.
- El paciente debe estar bien sentado en una silla con el respaldo vertical, con la espalda erguida y con los pies bien apoyados en el piso sin cruzar las piernas.
- En el caso de niños mayores de 6 años puede realizarse indistintamente de pie o sentado (lo que sea más cómodo para los niños) y utilizar pinza nasal.
- En niños preescolares menores de 6 años se recomienda realizar la espirometría de pie o sentado con los pies bien apoyados en el suelo y sin pinza nasal.

La pinza nasal asusta e incomoda al niño y no se han demostrado diferencias significativas en los valores de VEF₁ y CVF con o sin pinza nasal. En niños debe registrarse en el informe la posición y el uso o no de pinza nasal.

Procedimientos

Capacidad vital forzada (CVF). La maniobra de espiración forzada tiene 4 fases:

1. Inspiración máxima: Se realiza una inhalación profunda y rápida desde capacidad residual funcional (CRF) hasta capacidad pulmonar total (CPT).

2. Exhalación a máxima fuerza: Se lleva a cabo una exhalación vigorosa y rápida, sin pausa y si esta existiera debe ser ≤ 2 segundos.
3. Exhalación continuada, completa, hasta lograr alguno de los criterios de fin de espiración que serán revisados más adelante.
4. Inspiración desde el VR (fin de la espiración máxima) hasta CPT (fin de la inspiración máxima): este último paso de la maniobra mide la capacidad vital inspiratoria forzada (CVIF). Esto se debe realizar para asegurar que el paciente efectivamente realice una capacidad vital espiratoria forzada adecuada, desde CPT.

Para evaluar esto se debe calcular la diferencia entre las dos mediciones de CV (CVIF-CVF) este criterio será discutido en los criterios de aceptabilidad. Esta recomendación se aplica desde los 6 años de edad.

Tanto para la etapa basal como para la etapa post broncodilatadora, se requiere un mínimo de tres maniobras aceptables. En cada una de las fases se realizará un máximo de 8 maniobras. El niño preescolar es capaz de realizar varias maniobras en menos tiempo, ya que su tiempo espiratorio es menor, esto aumenta la posibilidad de tener más maniobras aceptables pudiendo llegar hasta un máximo de 12.

Los menores de 6 años, quienes tendrán más dificultad para lograr maniobras adecuadas, requieren que se les explique y demuestre detalladamente la técnica correcta de espiración forzada previo al examen, ocupando el tiempo necesario para conseguir la confianza del niño en un ambiente acogedor. Existen programas animados con juegos incorporados a equipos de espirometría, que incentivan a los niños a realizar una maniobra de espiración rápida y prolongada, pueden utilizarse, pero su efectividad debe ser evaluada individualmente.

VIII. Criterios de aceptabilidad y repetibilidad

La espirometría requiere un mínimo de tres maniobras forzadas que cumplan con los criterios de aceptabilidad y dentro de estas las dos con mayores valores deben cumplir el criterio de repetibilidad, según se explicará a más adelante.

Si esto no ocurre se deben seguir realizando maniobras hasta tener un máximo de ocho maniobras basales y 8 maniobras post broncodilatador.

Criterios de aceptabilidad de inicio de la maniobra

- Se deben obtener de 3 a 5 volúmenes corrientes estables. Para verificar ausencia de error de cero.
- Las maniobras deben ejecutarse con un esfuerzo máximo. No se debe permitir una pausa inspiratoria y, si la hubiese, esta debe durar menos de 2 segundos. La curva debe mostrar un ascenso rápido sin interrupciones, con un FEM/PEF (Flujo espiratorio pico) claramente visible.
- El volumen extrapolado debe ser menor a 100 ml o 5% de la CVF (lo que sea mayor).
- El PEF debe ser seguido por una disminución constante en el trazado sin artefactos, como tos, cierre de glotis, o evidencia de pérdidas de aire alrededor de la boquilla (mal sello).
- En niños menores de 6 años, se acepta un volumen de extrapolación retrógrada menor a 80 mL o inferior al 12,5% de la CVF, y el trazado descendente de la curva flujo/volumen puede presentar una forma convexa.

Criterios de aceptabilidad de fin de la espiración

El término “final de la espiración forzada” se utiliza para describir el momento clave en la espirometría, que no es el fin de la prueba -como era antes- ya que los nuevos estándares enfatizan la importancia de realizar una segunda inhalación máxima después de la espiración forzada (CVFI) para asegurar una medición precisa de la Capacidad Vital Forzada (CVF).

Para reconocer un “final de la espiración forzada” satisfactorio y garantizar una CVF precisa, se deben cumplir uno de los siguientes 3 criterios:

1. Obtener meseta, que corresponde a un cambio en el volumen de menos de 0.025 ml durante al menos 1 segundo en la curva volumen-tiempo. Algunos *software* emiten una señal visible o audible cuando se alcanzó este flujo mínimo o de término. En la curva F/V de debe llegar a volumen cero en curva de tipo asintótica (curva que se acerca continuamente al eje horizontal que representa el volumen 0 este caso). Habitualmente los niños > 6 años alcanzan una meseta entre los 3 y 6 segundos.
2. En pacientes que no logran alcanzar una meseta, deben mantener la espiración forzada por un máximo de 15 segundos.
3. En pacientes que no alcanzan meseta y que no pueden espirar durante 15 segundos, se deben comparar todos los valores obtenidos de CVF en las maniobras prebroncodilatador. Si entre ellos existe repetibilidad con el mejor valor al-

canzado, es decir, no hay más de 150 ml o 5% de diferencia, se cumple este tercer criterio. Lo mismo aplica para las maniobras postbroncodilatador buscando cumplir repetibilidad entre ellas.

4. Los niños preescolares (< de 6 años) pueden no alcanzar una meseta y tener un tiempo espiratorio menor a 1 segundo, debido a que su vía aérea es proporcionalmente mayor que el volumen pulmonar y pueden espirar toda su capacidad vital en 1 segundo, de modo que el VEF_1 es igual a la CVF. Se debe exigir al menos un tiempo espiratorio $\geq 0,5$ segundo y consignar $VEF_{0,5}$, $VEF_{0,75}$, y/o VEF_1 según el tiempo espiratorio alcanzado, junto con los índices $VEF_{0,75}/CVF$ y VEF_1/CVF . En el caso de niños preescolares que presenten un término abrupto de la maniobra espiratoria en la curva flujo/volumen, se considerará aceptable solo si el cese de flujo espiratorio se produce a < 10% del PEF o FEM. Las curvas con cese del flujo mayor al 10% del PEF se clasifican como de término prematuro y de ellas solo se puede obtener VEF_t (volumen espirado forzado en el tiempo, el que puede ser VEF_1 , $VEF_{0,5}$ o $VEF_{0,75}$) no permite evaluar otros flujos ni CVF.

Es importante tener en cuenta que las maniobras que no cumplen con ninguno de los

3 primeros criterios de “final de la espiración forzada”, no proporcionarán mediciones de CVF aceptables. Sin embargo, es posible que de dichas maniobras, sí se pueda obtener una medición aceptable de VEF_1 .

En esta actualización se agrega la obligación de realizar luego de la espiración forzada máxima una maniobra inspiratoria forzada hasta llegar a CPT y comparar ambos valores de capacidad vital forzadas (espiratoria e inspiratoria); si resulta que el valor de la CVIF, es mayor en 0,100 L o el 5% de la CVF, lo que sea mayor, significa que la CVF fue inadecuada ya que no inicio de CPT y se debe repetir toda la maniobra (Figura 1).

En algunos casos por ejemplo niños o pacientes con enfermedades neuromusculares, puede suceder que no logre realizar adecuadamente la CVFI en la segunda inspiración, en estos casos se debe dejar la maniobra ya que puede quedar en categoría “U”: utilizable.

Criterios de repetibilidad (*aplicados a valores de CVF y VEF_1 aceptables*)

Una vez se hayan obtenido tres maniobras aceptables, se debe seleccionar las dos con los mayores volúmenes combinados de CVF y VEF_1 . Entre estas dos mayores maniobras se debe verificar que se cumpla el criterio de repetibilidad, que exige:

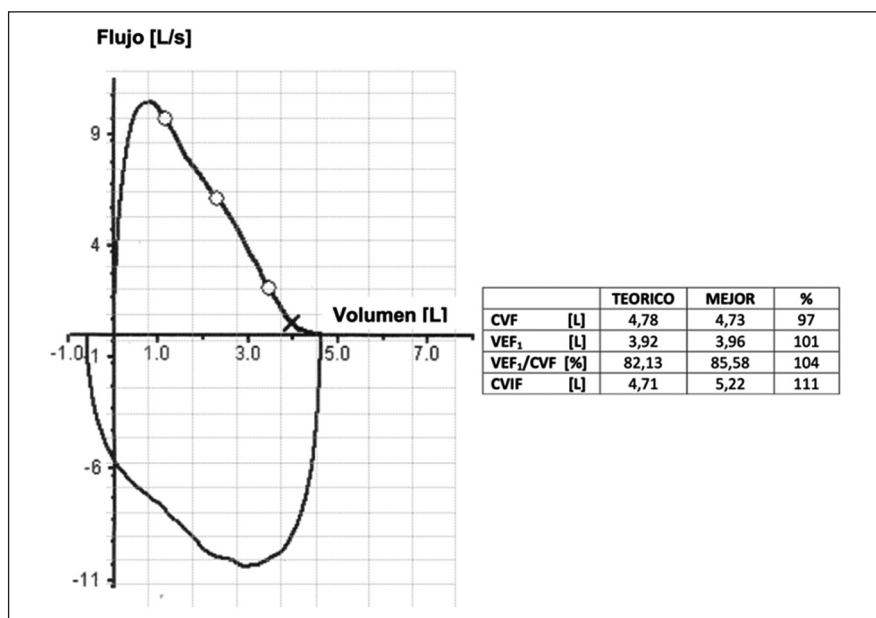


Figura 1. Curva Flujo/Volumen: el volumen inspiratorio al final de la maniobra excede el volumen espiratorio forzado. En este ejemplo, la capacidad inspiratoria forzada (CVIF) = 5,22 L y la capacidad vital forzada (CVF) = 4,73 L dando una diferencia de 490 mL, por lo que se concluye que la maniobra espiratoria no se inició desde la capacidad pulmonar total y debe repetirse. Abreviatura: Mejor= mayor valor medido. (La curva F/V de la figura corresponde a un examen del laboratorio de función pulmonar del Instituto Nacional del Tórax).

- Para adultos y niños mayores de 6 años: La diferencia entre los dos valores más altos de CVF debe ser $< 0,150$ L, y la diferencia entre los dos valores más altos de VEF₁ también debe ser $< 0,150$ L.
En cualquier edad si el paciente tiene una CVF < 1 L, la diferencia entre los dos mayores valores debe ser $< 0,100$ L.
- Para niños menores de 6 años: La diferencia entre los dos valores más altos de CVF debe ser menor de $0,100$ L, o el 10% del valor más alto, lo que sea mayor. Además, la diferencia entre los dos valores más altos de VEF₁ debe ser menor de $0,100$ L o el 10% del valor más alto, lo que sea mayor¹⁷.

Respuesta a broncodilatadores

La respuesta a los broncodilatadores (RBD), refleja la respuesta fisiológica integrada de la musculatura lisa, vías colinérgicas y mediadores de la vía aérea que afectan el calibre al flujo de aire. En la normativa ATS/ERS de 2005 se consideró significativo un cambio ≥ 200 ml y 12% de aumento en VEF₁ y/o CVF respecto al valor basal. A diferencia de la normativa anterior, los cambios producidos en el VEF₁ y CVF después de la prueba de respuesta broncodilatadora (RBD), se deben expresar, según la nueva normativa ATS/ERS 2019, 2022 que suscribimos, como el cambio porcentual relativo al valor teórico del individuo examinado¹³. Además, de esta nueva forma de realizar el cálculo del porcentaje de cambio, el valor de corte se reduce a $> 10\%$. Ya no se utiliza el valor de los ml de cambio entre la maniobra basal y la postbroncodilatador. Adicionalmente desaconsejamos el uso de interpretaciones no específicas como normalización post broncodilatador, sin que se cumpla el cambio ya mencionado¹³.

En niños > 6 años el comité de función pulmonar de la Sociedad Chilena de Neumología Pediátrica recomienda considerar una respuesta broncodilatadora significativa al aumento $> 10\%$ respecto al VEF₁ o CVF teórico o predicho, al eliminar el sesgo de edad, talla y sexo. Expresar el cambio porcentual en VEF₁ o CVF respecto al valor teórico normal reduce la sobreestimación de la respuesta broncodilatadora especialmente en pacientes con VEF₁ basales muy bajos. En el caso de los niños menores de 6 años con tiempos espiratorios menores de 1 segundo se debe considerar el VEF_{0,5} y/o VEF_{0,75} para la respuesta broncodilatadora. En este grupo etario no hay consenso en relación a los puntos de corte de la respuesta broncodilatadora significativa y se considera el cambio porcentual de acuerdo al valor

basal prebroncodilatador con rangos de cambio entre un 12-14%.

Si bien las nuevas estandarizaciones internacionales dejan a criterio del médico tratante la elección de cual BD se utilizará en el examen, en el informe se debe especificar lo siguiente: a) el BD que se utilizó; b) la dosis de BD utilizada; c) el método de administración del BD (inhalador de dosis medida, nebulizador); d) el tiempo transcurrido entre la administración del BD y la primera maniobra espirométrica postBD.

A nivel nacional recomendamos lo siguiente: 1) Usar $400 \mu\text{g}$ de salbutamol con aerocámara (a menos que el médico tratante solicite usar una menor dosis) y realizar la maniobra espirométrica postBD a los 15 minutos de su administración; 2) Si existe contraindicación de usar salbutamol o por indicación escrita de su médico tratante, se podría utilizar como BD $80 \mu\text{g}$ de bromuro de ipratropio con aerocámara y 30 minutos después de su administración realizar la maniobra espirométrica postBD.

La determinación de la respuesta al BD se debe efectuar aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{RBD} = \frac{[\text{Valor post-BD (L)} - \text{Valor pre-BD(L)}] \times 100}{\text{Valor teórico (L)}^\#}$$

Un cambio $> 10\%$ ya sea en VEF₁ o en CVF es considerada una respuesta significativa al broncodilatador (BD).

El valor teórico debe ser calculado usando la ecuación espirométrica adecuada de GLI (*Global Lung Function initiative*). Por ejemplo, si un hombre de 54 años y 160 cm de estatura tiene un VEF₁ preBD de $2,0$ L y un VEF₁ post BD de $2,4$ L y su VEF₁ predeterminado es $3,00$ L (según la ecuación GLI caucásica 2012) su RBD se calculará así:

$$\text{RBD} = \frac{(2,4-2,0) \times 100}{3,00} = 13,3\%$$

Por lo tanto, su respuesta al broncodilatador (RBD) será informada como aumento de $13,3\%$ del valor de su VEF₁ predeterminado y calificada como respuesta positiva¹³.

IX. Criterios de calidad

Se sugiere usar el sistema de calificación recomendado por la ATS/ERS para el informe de la espirometría¹¹, que corresponde a una

versión modificada del sistema desarrollado por Hankinson y colaboradores¹⁸ que está ampliado para incluir niños pequeños y al cual se añadió la calificación “U” para indicar valores utilizables (Tabla 4). Estos criterios están incorporados en la mayoría de los nuevos *software*. La calificación “U” (de “utilizable”) aplica para situaciones donde las maniobras no logran cumplir todos criterios de aceptabilidad, pero pudiesen tener una utilidad clínica. Esta situación se debe dejar consignada en el informe.

Cuando una maniobra no cumple criterios de aceptabilidad se deben revisar los criterios de

maniobra utilizable definidos para CVF y VEF₁ para cada una de los esfuerzos según se detalla en la Tabla 4.

Este sistema de calificación¹¹ informa sobre el nivel de confianza de los resultados de la espirometría, que representan lo mejor que el paciente fue capaz de hacer en el momento de la prueba, y la probabilidad de un resultado equivalente si el test es repetido en otra sesión.

El grado de repetibilidad de las maniobras se determina para el conjunto de maniobras pre-broncodilatadoras y el conjunto de maniobras postbroncodilatadoras por separado (Tabla 5).

Tabla 4. Criterios para definir como utilizable una maniobra de VEF₁ y de CVF*

Hallazgo durante la maniobra	¿Es una maniobra aceptable?		¿Es una maniobra utilizable?	
	VEF ₁	CVF	VEF ₁	CVF
El volumen de extrapolación retrógrada es mayor a 100 ml o 5% de la CVF*	No	No	No	No
Hay evidencia de un error de flujo cero	No	No	No	No
Hay tos en el primer segundo de espiración*	No	Sí	No	Sí
Hay cierre de glotis en el primer segundo de espiración**	No	No	No	No
Hay cierre de glotis después del primer segundo de espiración	Sí	No	Sí	Sí
No cumple ninguno de los siguientes criterios de aceptabilidad de fin de espiración: 1) Meseta espiratoria ($\leq 0,025$ L en el último segundo de espiración) 2) Tiempo espiratorio ≥ 15 s 3) La CVF está dentro del rango de tolerancia de repetibilidad o es mayor que la mayor CVF observada previamente	Sí	No	Sí	Sí
Hay evidencia de obstrucción de la boquilla o espirómetro	No	No	Sí	Sí
Hay evidencia de fuga	No	No	Sí	Sí
La CVIF CVF es mayor a 100 ml o al 5% de la CVF*	No	No	Sí	Sí

CVIF: Capacidad vital inspiratoria forzada, CVF: capacidad vital forzada. *El que sea mayor. *En niños de 6 años o menos: tos antes del 0,75 segundo de espiración. **En niños de 6 años o menos: cierre de glotis antes del 0,75 segundo de espiración. *Tabla adaptada de Culver et al.¹² por Dr. Felipe Rozas.

Tabla 5. Criterios de calidad de CVF y VEF₁ en adultos y niños¹⁹

Grado	Número de mediciones	Repetibilidad: Edad > 6 años	Repetibilidad: Edad < 6 años
A	≥ 3 aceptables	Dentro de 0,150 L	Dentro de 0,100 L*
B	2 aceptables	Dentro de 0,150 L	Dentro de 0,100 L*
C	≥ 2 aceptables	Dentro de 0,200 L	Dentro de 0,150 L*
D	≥ 2 aceptables	Dentro de 0,250 L	Dentro de 0,200 L*
E	≥ 2 aceptables o 1 aceptable	> 0,250 L N/A	> 0,200 L* N/A
U	0 aceptables y ≥ 1 usable	N/A	N/A
F	0 aceptables y 0 usables	N/A	N/A

Criterios de calificación para CVF y VEF₁ (se clasifican por separado). N/A = No aplicable. *o 10% del valor más alto, el que sea mayor; se aplica para niños de 6 años de edad o menos. U = valores utilizables. (Tabla modificada de Culver et al.¹¹).

X. Valores de referencia

Mantenemos nuestra recomendación publicada el año 2018¹⁰ de utilizar los valores de referencia multiétnicos GLI 2012¹⁹.

En ese mismo manual del año 2018 se introdujo el concepto de *z-score* para informar la gravedad de la alteración. En algunos casos también es válido informar usando límite inferior de la normalidad que corresponde a menos 2 desviaciones estándar de la media (percentil 5). En estudios realizados en población chilena adulta, utilizando estos valores de referencia, el factor de etnicidad caucásica, es el que más se asemeja a nuestra población adulta y pediátrica²⁰, siendo siempre más altos nuestros valores^c. Estas diferencias son de 4% para CVF y de 3% para VEF₁. En niños estudiados el año 2017, estas diferencias son: 4% para CVF y 1% para VEF₁.

A nivel nacional se propone seguir utilizando las ecuaciones GLI 2012 “raza caucásica” (Global Lung Function Initiative: GLI 2012¹⁹ para población chilena general. Deberá estudiarse, dado el progresivo aumento de la población migrante en Chile si se debe elegir otras ecuaciones de la GLI^{21,22}.

Para los fines de definir grados de invalidez o incapacidad laboral por enfermedades respiratorias en población chilena se recomienda utilizar las ecuaciones SER 2014⁹. Esta publicación tiene una fe de errata, que por motivos administrativos no fue publicada y que es la siguiente: “En las ecuaciones se debe introducir la estatura en centímetros y no en metros como está publicado”.

XI. Registro de resultados

El reporte de la espirometría (Figura 2) debe incluir todos los datos referidos a identidad y características antropométricas del paciente:

1) Nombre completo; 2) Número de la cédula de identidad; 3) Fecha de nacimiento; 4) Edad en años (en niños con un decimal); 5) Sexo de nacimiento (independiente de la identidad de género); 6) Estatura (cm); 7) peso (kg); 8) Etnicidad; 9) Fecha y lugar de realización del examen; 10) Operador; 11) Marca y modelo del equipo; 12) Valores de referencia utilizados; 13) Calidad de las maniobras; 14) Comentarios del operador; 15) Nombre del médico que informa.

Tabla

Se requiere informar los valores de CVF, VEF₁ y VEF₁/CVF. Se ha eliminado el uso del FEF₂₅₋₇₅

en adultos por su alta dispersión. En los valores obtenidos debe agregarse el FEF_{max}/PEF y el tiempo de duración de la maniobra (TEF).

En niños preescolares o menores de 6 años se informa además el volumen espiratorio forzado a los 0,5 s (VEF_{0,5}) y/o a los 0,75 s (VEF_{0,75}) y la relación VEF_{0,75}/CVF. Solo se registra VEF₁ si la maniobra de capacidad vital forzada tiene un tiempo espiratorio mayor a 1 segundo.

Gráficos

Debe incluir además las curvas flujo-volumen y volumen-tiempo para permitir evaluar la calidad de los valores obtenidos. Estos gráficos deben ser de buena resolución y con escalas ajustadas a los datos, especialmente en extremos de la vida (edades extremas).

XII. Interpretación e informe del examen

Debe ser realizado exclusivamente por un médico acreditado para trabajar en Chile idealmente especialista en enfermedades respiratorias o con conocimientos en la técnica y de acuerdo a los nuevos estándares de interpretación¹³.

En concordancia con la nueva gradación de severidad de las pruebas de función pulmonar propuesta por las estandarizaciones técnicas ERS/ATS 2022¹³, esta comisión concuerda con adoptar y aplicar la nueva gradación de las alteraciones espirométricas, que categoriza en alteración leve, aquella que se localiza en el rango de *Z score* de -1,65 a -2,4, moderada, aquella que se localiza en el rango de *Z score* de -2,5 a -4 y severa, aquella que se localiza en el rango de *Z score* de menos -4.

XIII. Casos especiales

1) Pacientes que no pueden o no logran realizar el esfuerzo requerido para una espirometría se puede realizar una capacidad vital lenta. Esta maniobra permite medir además las subdivisiones de la CVF, en especial, la capacidad inspiratoria.

Descripción de la maniobra

- Ajustar la boquilla con el filtro desechable. Colocar la boquilla en el interior de la boca, con los labios alrededor, sin interponer la lengua.
- Ocluir de la nariz con una pinza nasal.
- Activar el espirómetro (por el operador).

^cDra. Mónica Gutiérrez Clavería, comunicación personal.

- Respiración tranquila por la boca a volumen corriente durante al menos 3 ciclos en que se verifique la línea de base estable, no hacer más de 5 ciclos.
- Desde el nivel de fin de espiración tranquila inspirar hasta capacidad pulmonar total: inhalación no forzada, pero máxima (“debe llenar completamente los pulmones”).
- Inmediatamente sin pausa, o si la hay que sea menor a 2 s, exhalar lentamente todo el aire hasta que no se registren cambios de volumen durante un segundo (se puede estimular con expresiones como “siga, siga”).
- Realizar un mínimo de 3 maniobras aceptables separadas al menos por un minuto.
- Seleccionar la maniobra con mayor CVL.

NOMBRE DEL LABORATORIO:

DIRECCION DEL LABORATORIO:

MARCA/MODELO DE EQUIPO UTILIZADO:

Nombre:	Apellidos:
RUT:	Sexo:
Fecha nacimiento:	Edad:
Estatura:	Etnicidad:
Peso:	Fecha:

ESPIROMETRIA PRE/POST BRONCODILATADOR

VALORES TEORICOS: GLI (Global Lung Function Initiative)

BRONCODILATADOR: Salbutamol 400 µg

CALIDAD DE LA PRUEBA PRE: VEF1.... CVF..... POST: VEF1..... CVF.....

Flujo (L/s)

10

5

0

5

10

F/V ex

Pre

Post

Vol [L]

2

4

6

8

Vol [L]

8

6

4

2

0

100

80

60

40

20

0

Tiempo (s)

0

2

4

6

8

10

Pre

Post

	Teór.	Pre	% Teór.	L. Inf	Z-Score	Post	% Teór.	Indice-Z	% Cambio
CVF	3.67	4.36	119	2.91	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	4.45	121	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	2
VEF1	2.97	3.32	112	2.35	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	3.32	112	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	0
VEF1/CVF	81.42	76.12		70.46	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	74.67		5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	-2
PEF/FEM	6.62	7.47	113	5.14	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	6.68	101	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	-11
TEF		9.53			5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	9.84		5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	3
CVIF	3.67	4.25	116	2.91	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	4.02	109	5 -4 -3 -2 -1 Teór. 1 2 3	-6

LIN: límite inferior de normalidad; CVF: Capacidad vital forzada; VEF1: Volumen espiratorio forzado en el 1ºsegundo

PEF/FEM: Flujo espiratorio máximo; TEF: tiempo espiratorio forzado; CVIF: capacidad vital inspiratoria forzada

CONCLUSIONES :

INFORME:

NOMBRE Y FIRMA

Técnico que realizo la prueba

NOMBRE Y FIRMA

Médico que revisa e informa el examen

Figura 2. Formato de informe de espirometría recomendado^{10,17}.

2) Espirometrías con discordancia entre VEF₁ y CVF deberán ser estudiadas con técnicas de volúmenes pulmonares por pletismografía y seguidas en el tiempo. ATS/ERS, 2022¹³.

3) Obstrucción de vía aérea superior: OVAS

La vía aérea superior corresponde al segmento de la vía aérea que se extiende desde la boca hasta la carina traqueal. La obstrucción de vía aérea superior (OVAS) se observa en la curva de relación Flujo/Volumen de la espirometría como una obstrucción no modificable con el broncodilatador.

Si bien esta alteración puede ser bien definida, no es posible determinar con certeza su ubicación espacial, intra o extratorácica, por lo cual se debe recurrir a otros exámenes, como la endoscopia y la radiología, además de la clínica¹³.

Básicamente existen dos tipos de OVAS:

1) con obstrucción fija, en la cual están limitados los flujos inspiratorios y espiratorios, dando una imagen en la curva flujo/volumen (F/V) como caja u ojal y 2) la obstrucción variable, en la cual la limitación de flujos es solo en la inspiración debido a la presión positiva de la vía aérea durante la espiración que distiende el diámetro disminuido por la presión negativa inspiratoria.

La OVAS fija se observa en las estenosis traqueales, los tumores intra y extra lumbales y la estenosis subglótica. La OVAS variable se encuentra principalmente en la traqueomalacia y en la paresia de cuerdas vocales. Ocasionalmente se puede encontrar la concomitancia de la OVAS con obstrucción bronquial intratorácica (Asma o EPOC) en pacientes que han tenido ventilación mecánica invasiva prolongada por un proceso agudo severo, que deja dañada la tráquea.

En su etapa inicial es posible que la OVAS no produzca una disminución de la CVF o del VEF₁; sin embargo, el PEF puede disminuir drásticamente. Por lo tanto, un aumento de la relación VEF₁ (mL)/PEF (L/min) es indicación de analizar cuantitativamente la curva F/V²².

Además de la imagen de la curva F/V se han definido tres variables numéricas que se pueden encontrar cambiando en el espirómetro la forma de impresión de modo “espirometría” por el modo “curva de relación F/V”, en el cual aparecen los flujos forzados espiratorios (FEF) e inspiratorios (FIF)¹³. Los valores normales de estas variables son: 1) Flujo inspiratorio en el 50% de la CVF (FIF₅₀) > 72% del teórico; 2) Relación FEF₅₀/FIF₅₀ entre 0,9 a 1,1; y 3) Relación VEF₁/PEF < 8 mL · L⁻¹ · min⁻¹. Los valores encon-

trados que escapan a lo indicado corresponden a OVAS^{13,23}.

Habitualmente, cuando en un laboratorio no especializado, como por ejemplo en la atención primaria, se encuentra una espirometría sugerente de OVAS, se debe para derivar prontamente al paciente para confirmar el diagnóstico y su manejo en el hospital de referencia correspondiente.

XIV. Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Carlos Peña Mantinetti, coordinador de la Comisión de Tuberculosis de la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias y a los Drs. Guillermo Lermada, Gustavo Contreras, Diemen Delgado y José Méndez, en representación del directorio de la Sociedad Chilena de Medicina del Trabajo (SOCHMET) por su experta asesoría en temas de su competencia.

XV. Referencias bibliográficas

- 1.- HUTCHINSON J. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. *Med Chir Trans.* 1846; 29:137-252. doi: 10.1177/095952874602900113.
- 2.- MORENO R, OYARZÚN M. Recomendaciones sobre informe espirométrico. Primera parte *Enferm Respir Cir. Torác*; 4(2):97-103.
- 3.- MORENO R, OYARZÚN M. Recomendaciones sobre informe espirométrico. Segunda parte *Enferm Respir Cir. Torác*; 4(3):138-49.
- 4.- GUTIÉRREZ CM, BEROÍZA T, BORZONE G, CAVIEDES I, CÉSPEDES J, GUTIÉRREZ NM, et al. *Espirometría: Manual de Procedimientos.* *Rev Chil Enf Respir* 2007;23:31-42.
- 5.- MILLER MR, CRAPO R, HANKINSON J, BRUSASCO V, BURGOS F, CASABURI R, et al “ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing”: General Considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005;26:153-6.
- 6.- MILLER MR, HANKINSON J, BRUSASCO V, BURGOS F, CASABURI R, COATES A, et al. SERIES “ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing”: Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
- 7.- CASAN P, BURGOS F, BARBERÀ JA, GINER J. *Espirometría Manual SEPAR de Procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar* 2002. SEPAR. ISBN Obra completa: 84-7989-152-1 ISBN Módulo 3: 84-7989-155-.

- 8.- GIBSON GJ. Spirometry: then and now. *Breathe* 2005;1:207-16.
- 9.- GUTIÉRREZ M, VALDIVIA G, VILLARROEL L, CONTRERAS G, CARTAGENA C, LISBOA C. Proposición de nuevas ecuaciones para calcular valores espirométricos de referencia en población chilena adulta. *Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER). Rev Med Chile* 2014;142:143-52.
- 10.- GUTIÉRREZ CM, BEROIZA T, BORZONE G, CAVIEDES I, CÉSPEDES J, GUTIÉRREZ NM, et al. *Espirometría Manual de procedimientos SER Chile Rev Chil Enferm Respir* 2018;34(3):171-88.
- 11.- CULVER BH, GRAHAM BL, COATES AL, WANGER J, BERRY CE, CLARKE PK, et al. Recommendations for standardized pulmonary function report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. *Am J Respir Care Med* 2017;196:1463-72.
- 12.- GRAHAM BL, STEENBRUGGEN I, MILLER MR, BARJAKTAREVIC IZ, COOPER BG, HALL GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2019;200(8):963-71.
- 13.- STANOJEVIC S, KAMINSKY DA, MILLER MR, THOMPSON B, ALIVERT AI, BARJAKTAREVIC I, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J* 2022;60:2101499. <https://doi.org/10.1183/13993003.01499-2021>
- 14.- AVELLO F, BORZONE G, CAVIEDES I, CORRALES R, GÓMEZ P, GUTIÉRREZ CM, et al. Actualización de recomendación sobre pruebas de función pulmonar durante la pandemia por coronavirus COVID-19. *SER-Chile. Rev Chil Enferm Respir* 2021;(3):228-30.
- 15.- SCHÖNFFELDT-GUERRERO P, GOCHICOA-RANGEL L, AGUIRRE C, ARCE C, RODRÍGUEZ C. ALAT 2023 Recommendations for Performing Respiratory Function Studies *Arch Bronconeumol* 2023;59:619-20.
- 16.- ROBERTS C, WARD S, WALSTED E, HULL JH. Safety of Pulmonary function testing: Data from 20 years *Thorax* 2018;73:385-7.
- 17.- AURORA P, STOCKS J, OLIVER C, SAUNDERS C, CASTLE R, CHAZIPARASIDISO, et al. Quality control for spirometry in pre-school children with and without lung disease *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:1152-9.
- 18.- HANKINSON JL, ESCHENBACHER B, TOWNSEND M, STOCKS J, QUANJER PH. Use of forced vital capacity and forced expiratory volume in 1 second quality criteria for determining a valid test. *Eur Respir J* 2015;45:1283-92.
- 19.- QUANJER PH, STANOJEVIC S, COLE TJ, BAUR X, HALL GL, CULVER BH, et al. and the ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 years age range: the Global Lung Function 2012 equations. *Eur Respir J* 2012;40:1324-43.
- 20.- MOYA OA, VILLARROEL DEL PINO L, FIERRO TL, FONCEA FC, CAUSSADE LS. Valores espirométricos en pre-escolares sanos. *Rev. chil. pediatr.* 2019;90(1):69-77.
- 21.- BHAKTA NR, BIME C, KAMINSKY DA, MC CORMACK MC, THAKUR N, STANOJEVIC S, et al. Race and Ethnicity in Pulmonary Function Test Interpretation. *Am J Respir Crit Care Med* 2023;207(8):978-95.
- 22.- BOWERMAN C, BHAKTA NR, BRAZZALE D, COOPER BR, COOPER J, GOCHICOA-RANGEL L, et al. Race-neutral Approach to the Interpretation of Lung Function Measurements. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023;207(6):768-74.
- 23.- MILLER MR, PINCOCK AC, OATES GD, WILKINSON R, SKENE-SMITH H. Upper airway obstruction due to goitre: detection, prevalence and results of surgical management. *Q J Med* 1990;74:177-88.

XVI. Filiaciones institucionales de los autores

- Patricia Schönfeldt G.^a Profesora agregada, Univ. de Chile y LabFP, Instituto Nacional del Tórax (INT);
- Cecilia Álvarez G.^b, Servicio y Lab. Broncopulmonar Pediátrico, Clínica Alemana Stgo.;
- Raúl Avello F.^c CORESAM Conchalí;
- Teresa Beroiza W.^a, Clínica San Carlos UC Christus;
- Iván Caviedes S.^a, Servicio y Lab. Broncopulmonar, Clínica Alemana Stgo.;
- Juan Céspedes G.^a, Profesor agregado, Univ. de Chile;
- Cristóbal Collao T.^a, LabFP, INT;
- Raúl Corrales V.^b, Servicio y Lab. Broncopulmonar Pediátrico, Clínica Alemana Stgo.;
- Paulina Gómez B.^d Servicio y Lab. Broncopulmonar, Clínica Alemana Stgo.;
- Mónica Gutiérrez C.^a Univ. de Valparaíso, Hosp. Naval Viña del Mar y LabFP Clínica del Mar;
- Bernardine Helle W.^d LFP SanaSalud Centros Médicos S.A.;
- Patricia Sandoval L.^d LabFP, INT;
- Manuel Oyarzún G.^a profesor titular, Univ. de Chile y miembro de número Academia Chilena de Medicina.

^aMédico especialista en enfermedades respiratorias del adulto.

^bMédico especialista en enfermedades respiratorias pediátricas.

^cKinesiólogo.

^dTecnólogo-Médico.

^eLabFP: Laboratorio de Función Pulmonar.

Correspondencia a:

Dra. Patricia Schönfeldt Guerrero
 Coordinadora, Comisión Función Pulmonar
 Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias
 Email: schonfeldtpatricia@gmail.com