

Bioseguridad y prevención de infecciones cruzadas durante la realización de estudios de función pulmonar

Arce SC, Baldasaria RA, Brea Folco JC, Rodríguez Moncalvo JJ

Sección Fisiopatología y Laboratorio Pulmonar, Asociación Argentina de Medicina Respiratoria

Existen escasos reportes de transmisión de infecciones respiratorias como resultado de pruebas de función pulmonar (PFP)¹⁻³. No hay estudios sistemáticos publicados que impliquen de manera significativa al equipamiento de función pulmonar en la propagación de enfermedades infectocontagiosas. Sin embargo, esto no excluye el hecho de que el equipamiento empleado tenga la capacidad potencial de generar la transmisión de enfermedades infecciosas. Aun cuando la espirometría y otras PFP son no invasivas, existe el riesgo de que se transformen en vectores de infecciones y contaminación⁴⁻⁷. En este ámbito, la transmisión de infecciones puede ocurrir como resultado de la exposición a agentes infecciosos contenidos en las partículas suspendidas en el aire (contacto indirecto), mediante el contacto directo con fluidos biológicos (secreciones respiratorias, saliva, sangre) o con elementos inertes contaminados con dichos fluidos (boquillas, pinzas nasales, sensores de flujo, mango de sostén del equipo, válvulas, tubuladuras, etc.). Por lo tanto, es responsabilidad del personal médico y técnico a cargo de las PFP identificar esos riesgos y adoptar políticas tendientes a prevenirlos y limitarlos⁸⁻¹⁰.

El objetivo de este documento consiste en revisar aspectos generales y particulares de la higiene y control de infecciones en el ámbito de las PFP. Asimismo, se propondrán estrategias para el lavado y descontaminación de material reutilizable.

Interfases equipo-paciente

Son accesorios o insumos que permiten la conexión del equipamiento con el paciente. Deben ser medianamente confortables y de bajo costo. Algunos equipos usan un tipo de interfase específica, en tanto otros pueden utilizar varias opciones.

- **Boquillas de cartón:** son cilindros de cartón. Vienen de distintos diámetros, según la marca y modelo de espirómetro y la edad del paciente (las de uso pediátrico son más angostas). Algunas tienen una terminación laminada en celofán, para evitar la adhesión a los labios y lesionarlos. Se utiliza una por paciente por estudio y son descartables. Cuando se hacen espirometrías pre y post broncodilatadores, a menudo se emplea una boquilla para cada fase, ya que se ablandan y deterioran tras varias maniobras.



- **Filtros antimicrobianos:** son de un único uso (uno por estudio por paciente) y están diseñados para actuar al mismo tiempo de boquilla y de barrera entre el equipo y el paciente. Están compuestos de una estructura de plástico con una lámina porosa interpuesta para detener y retener la mayor parte de las partículas y gérmenes expulsados por el paciente en la maniobra de función pulmonar. No son re-esterilizables.



- **Sensores descartables/reutilizables:** algunos equipos usan como interfase sensores plásticos de relativo bajo costo (Medgraphics, Medikro, MIR, NDD, Sibelmed, Vitalograph). Estos van conectados al

equipo y reúnen en un mismo dispositivo la funcionalidad de boquillas y de sensor. Tienen la ventaja de ser bioseguros, ya que reciben todo el flujo de aire del paciente, evitando la contaminación del equipo¹¹. Cada marca tiene su modelo de sensor patentado y no son intercambiables entre sí. Si se usa uno por paciente,

Neumotacógrafo tipo Fleisch descartable (Medikro)	Interfase descartable para equipo ultrasónico (NDD)
	
Turbina descartable (MIR)	Neumotacógrafo tipo Pitot descartable/reutilizable (Medgraphics)
	

permiten prescindir del uso de filtros.

Uso de las interfases: todas las guías enfatizan la necesidad de evitar la contaminación cruzada por partículas exhaladas¹²⁻¹⁵. Esto puede lograrse mediante el uso de filtros antimicrobianos o el recambio del sensor y todo elemento que haya tomado contacto con la columna de aire exhalada por el paciente.

En nuestro país las estrategias implementadas son diversas, aunque pocas se ajustan a las recomendaciones o están avaladas por evidencia científica¹⁶. Las boquillas de cartón sólo son aceptables cuando se usan en conjunto con un sensor re-esterilizable, de manera que luego de terminado el estudio, la boquilla de cartón debe ser descartada y el sensor sacado de uso hasta su descontaminación. Al respecto, no es una práctica aceptable la realización de estudios con sólo la fase exhalatoria, ya que no es posible garantizar la reinhalación, con el potencial ingreso de partículas impactadas por pacientes previos.

En cuanto al uso de filtros antimicrobianos, se debe emplear un filtro por estudio, por paciente. La función del filtro no es proteger sólo al equipo de la contaminación, sino la de proteger también al paciente de la inhalación de patógenos desde el equipo. De manera que el filtro debe ser descartado luego del estudio. No es una práctica aceptable el recambio de filtro cada varios pacientes, o guardar el filtro para futuros estudios del mismo paciente.

La mayoría de las marcas fabrican equipos con sensores descartables, de plástico y de bajo costo. Si bien pueden ser apropiadamente descontaminados para su uso ulterior, esto no es avalado por los fabricantes, ya que no fueron desarrollados con pruebas de exactitud y precisión tras limpieza repetida. De modo que su reutilización, tras apropiada descontaminación, queda a criterio del usuario, no pudiendo garantizarse su estabilidad.

Una mención adicional merece el uso de conectores o adaptadores entre interfases y sensores, que también pueden entrar en contacto con secreciones por cercanía a la boca del paciente. Deben ser descontaminados tras el uso con cada paciente.

Hasta nuestro conocimiento, no existen reportes documentados de infección cruzada por pruebas de función pulmonar. Tres reportes han descripto la infección circunstancial, pero no se pudo certificar la vía al no rescatarse patógenos de los equipos¹⁻³. El sentido común parece indicar que dicho riesgo existe, especialmente en población de riesgo. Si bien los filtros antimicrobianos no son completamente efectivos en la retención de

virus y bacterias^{17,18}, sí lo son en la retención de partículas de vapor de agua, de saliva y secreciones, que transportan la mayor carga microbiológica, de manera que su uso está justificado^{19,20}. La otra alternativa es el recambio de todos aquellos componentes que puedan entrar en contacto con la columna de aire exhalada por el paciente y ser reinhaladas por ulteriores sujetos. Cuando se trate de equipos que recolectan muestras de aire, como algunos equipos para medir difusión de monóxido de carbono (DLCO) o volúmenes pulmonares, el abordaje más sensato es usar filtros.

Medidas generales de bioseguridad

Interacciones paciente-operador: en condiciones habituales, el operador debe lavarse las manos con agua y jabón o usar un desinfectante de manos aprobado por el comité de infecciones local antes y después del contacto con cada nuevo paciente. Debe utilizar ropa adecuada a la tarea y destinada específicamente al ámbito del trabajo. En el caso de pacientes portadores de enfermedades infectocontagiosas conocidas o en situaciones potenciales de alta contagiosidad pueden disponerse elementos adicionales (barbijo quirúrgico, antiparras, camisolines descartables, guantes) acorde con la política de control de infecciones. El uso de guantes o manoplas no invalida el lavado de manos. Todos los pacientes deben limpiar sus manos con un gel desinfectante antes del estudio y de tomar el mango del espirómetro o cabezal del sensor del equipo. Asimismo se les debe proveer un paño pequeño de papel en dónde expectorar o limpiar sus secreciones respiratorias o bucales para después desecharlo en una bolsa de descarte de elementos biológicos.

Limpieza ambiental: las superficies (paredes, pisos, cerramientos, mobiliario) deben ser de materiales lavables y deben ser limpiados regularmente o cuando estén visiblemente sucios. En caso de haber juguetes, como en centros pediátricos, deben ser limpiados regularmente con un desinfectante de bajo nivel, minuciosamente enjuagados y secados antes de estar nuevamente disponibles¹⁴.

Limpieza y desinfección de equipos: los fabricantes de espirómetros suelen emitir sus propias recomendaciones de limpieza y esterilización en los respectivos manuales. Estas

recomendaciones deben ser conocidas e implementadas en forma regular y se deben redactar programas de limpieza y desinfección de los equipos y sus accesorios⁸. El personal involucrado en la limpieza, desinfección y esterilización de equipos y sus insumos debe estar adecuadamente capacitado y provisto de elementos de protección personal¹⁴. No todos los equipos de función pulmonar están diseñados para facilitar el desmontaje y desinfección. Por lo tanto, el laboratorio debe trabajar en conjunto con el departamento de control de infecciones de la institución para diseñar e implementar políticas y procedimientos para desinfectar los equipos, así como un monitoreo que asegure la eficacia de la desinfección.

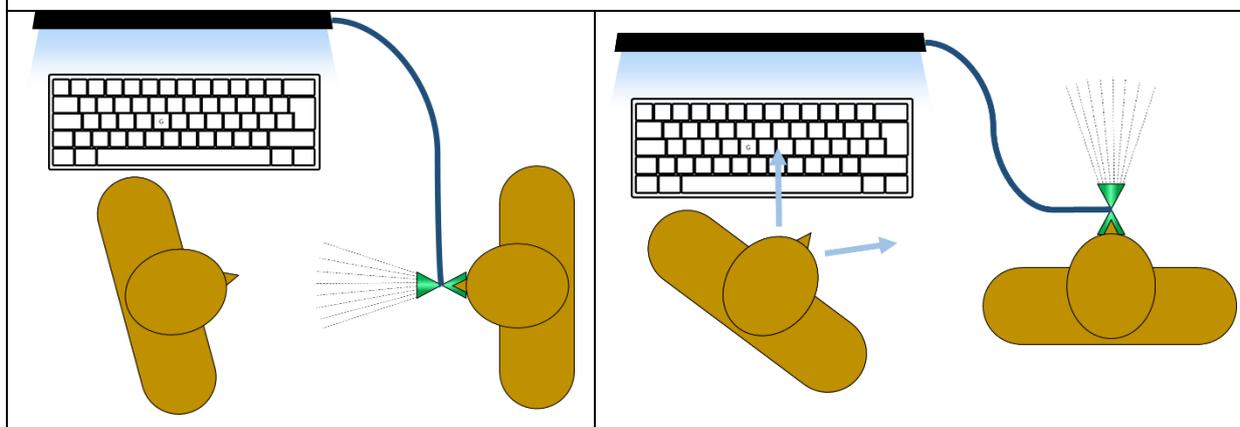
Prevención de infecciones

Debe haber al menos un lavabo apropiado para el lavado de manos en el laboratorio. El uso de antisépticos para manos a base de alcohol es una alternativa aceptable al agua y jabón. Las manos deben ser lavadas entre pacientes, luego de quitarse los guantes, cuando estén visiblemente sucias y luego del contacto con objetos contaminados y también luego de haber utilizado varias veces soluciones antisépticas alcohólicas.

Al exhalar violentamente durante una espirometría se aerosolizan gotas de saliva y secreciones respiratorias, que pueden estar contaminadas con diversos gérmenes. Una regla simple y efectiva es nunca ponerse de frente al paciente al momento de hacer una espirometría. La disposición más conveniente es con el sujeto y el operador sentados y mirando ambos hacia el frente. Del mismo modo, es conveniente que el ambiente tenga ventilación, con buena circulación de aire. De no haber circulación natural, se pueden colocar forzadores de aire.

Así mismo, se debe evitar manipular objetos (boquillas, sensores, barbijos, etc.) con sangre o fluidos corporales. Si es necesario, se deben usar guantes no estériles. Estos también están indicados si el operador tiene lesiones abiertas en sus manos. Los guantes deben ser quitados inmediatamente luego de terminado un procedimiento, en el lugar de uso y antes de tocar cualquier otra superficie del ambiente circundante.

Posición relativa de paciente y operador para evitar el contagio por emisión de partículas exhaladas. A la izquierda, **incorrecto**. A la derecha, **correcto**.



Precauciones de transmisión por aire: en pacientes confirmados con TBC, sarampión, varicela, zoster diseminado u otras infecciones respiratorias, es necesario extremar las medidas de protección. Idealmente, deben ser atendidos en un consultorio individual, con la puerta cerrada. El operador debe usar en todo momento un barbijo de alta eficiencia durante su atención. Así mismo, estos pacientes deberán usar un barbijo durante su traslado y movimiento hacia o dentro del centro⁸.

Precauciones de transmisión por contacto e inmunodeprimidos: los pacientes internados con infecciones de riesgo de transmisión por contacto o inmunodeprimidos, se debe minimizar su movilización. Si el paciente requiere fehacientemente una espirometría, se debe balancear bien el riesgo para el personal y otros pacientes respecto al rédito del estudio. En caso de aún resultar necesario, se debe procurar realizar el estudio en la habitación del paciente para evitar su traslado y potencial riesgo de transmisión de infecciones. Al entrar a la habitación del paciente, el personal debe utilizar la protección adecuada al riesgo de exposición (barbijos, guantes, camisolín, etc.). Al salir de la habitación del paciente se deben descartar todos los elementos de protección, en un cesto de residuos ubicado dentro de la habitación. Todos los insumos o accesorios utilizados con el paciente deben ser descartados o re-esterilizados, según corresponda. Todas las superficies de los equipos que no puedan ser esterilizadas deben ser limpiadas con un desinfectante antes de volverse a usar⁸.

Si el estudio fue realizado en un consultorio, todas las superficies y equipos que hayan entrado en contacto con el paciente o su ropa deben ser limpiadas con un desinfectante antes de volverse a usar.

Se debe priorizar la atención del paciente internado para minimizar su espera y acortar el tiempo de transmisión. El personal que tomó contacto con el paciente o su ropa debe lavarse las manos.

En general, y siempre que sea operativamente factible, es conveniente seleccionar el momento del día para estudiar a pacientes de riesgo (primeros turnos del día para inmunocomprometidos, últimos turnos del día para pacientes con infecciones contagiosas). Esta política debe estar consensuada y debe ser conocida por todo el personal⁸.

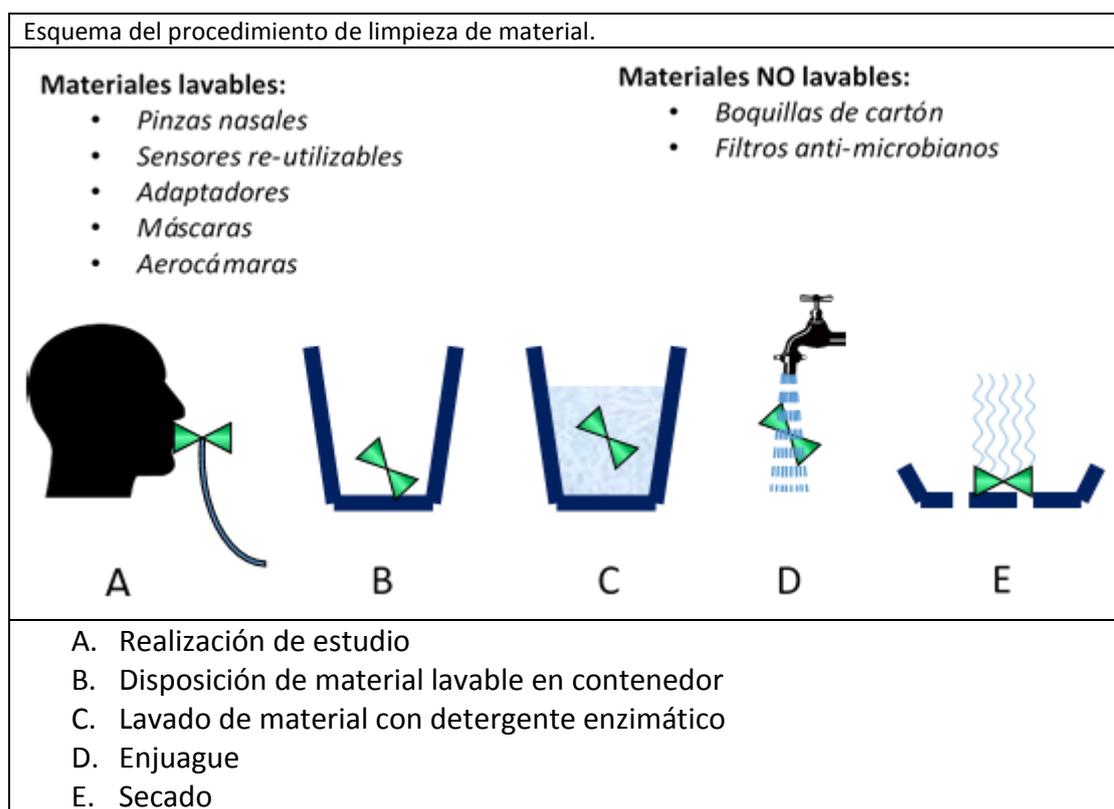
Limpieza de material re-utilizable

La limpieza y descontaminación de ciertos elementos es parte de la rutina cotidiana de la persona que realiza estudios de función pulmonar (técnico o médico). Los insumos más frecuentemente procesados son aquellos que actúan como interfases con el paciente, tales como sensores re-utilizables, adaptadores y máscaras. A esto también cabe agregar otros insumos como pinzas nasales y aerocámaras.

La interacción de estos elementos con el paciente se limita a sitios no estériles, como la piel del rostro, la mucosa oral y los labios. Su procesamiento puede estar indicado por la política del centro donde se efectúen las espirometrías, pero es suficiente la limpieza mediante la inmersión en una solución de detergente enzimático y el lavado manual. Luego de ello, se puede enjuagar con agua corriente y dejar secar a aire ambiente. Durante el enjuague, cada elemento debe ser inspeccionado en busca de detritus, manchas de maquillaje, etc. y ser eventualmente, re-procesado²¹.

En centros de alto volumen de trabajo, puede ser conveniente considerar la adquisición de lavadoras ultrasónicas. Estos equipos vienen de diferentes tamaño y capacidad. Trabajan mediante la sumersión en un baño de agua del material, y ondas

ultrasónicas que remueven de la superficie todo tipo de detritus. Al ir sumergido en agua, el material también requiere de secado posterior.



Conclusiones

La implementación de las políticas de bioseguridad para personal y pacientes es responsabilidad del jefe o coordinador del área donde se efectúan las pruebas de función pulmonar. Su implementación debe estar articulada con las políticas institucionales (Comité de Infecciones, normativas internas de bioseguridad, etc.) y deben estar en conocimiento de todo el personal involucrado (técnicos, médicos administrativos, personal de limpieza). Su cumplimiento debe ser supervisado por el responsable, a fin de garantizar la seguridad de las personas a su cargo.

En los pacientes con infecciones respiratorias conocidas o con elevada sospecha de padecerla, las pruebas funcionales respiratorias deben de realizarse sólo cuando el beneficio supere el riesgo de la transmisión de infecciones o complicaciones para el paciente y los operadores.

En caso de brote infeccioso deben de realizarse solo aquellos estudios que asistan al personal sanitario a tomar una conducta en carácter de urgencia, dejando de lado estudios epidemiológicos, controles y valoraciones periódicas de una enfermedad en particular. Los ensayos clínicos que involucren estudios funcionales deben de responder a las políticas internacionales o nacionales de los laboratorios involucrados, comité de ética y a la responsabilidad de los directores de los centros donde se desarrollen.

Conducta específica ante la pandemia del COVID-19:

En relación con la pandemia de coronavirus y luego de consensuar, sugerimos la siguiente conducta:

- Restringir los estudios funcionales respiratorios sólo a aquellos considerados indispensables, esto es cuando los resultados obtenidos pueden modificar sustancialmente una conducta clínica.
- Cuando se trate de un caso sospechoso de infección por coronavirus se considera adecuado recurrir a las precauciones recomendadas para este tipo de contactos adicionando a las medidas habituales de higiene y prevención de transmisión de infecciones el uso de barbijo quirúrgico (puede incluso utilizarse barbijo tipo N95), gafas de protección, camisolín descartable y guantes por el personal operador del equipo²². Aun no habiendo evidencias de la relación costo-efectiva de estas medidas adicionales, la elevada contagiosidad del COVID-19, la ausencia de un tratamiento efectivo, y la incertidumbre acerca de la posibilidad de transmisión de la enfermedad mediante elementos inertes contaminados, justificarían el empleo de tales medidas.

Referencias

1. Hazaleus RE, Cole J, Berdischewsky M. Tuberculosis skin test conversión from exposure to contaminated pulmonary function testing apparatus. *Respir Care* 1981;26:53–5
2. Gough J, Kraak WAG, Anderson EC, Nichols WW, Slack MPE, McGhie D. Cross-infection by nonencapsulated haemophilus influenzae. *Lancet* 1990;336:159–60
3. Zhang Y. High justification for universal stringent precautions in lung function testing. *Respir Med*. 2005 Aug;99(8):1064-6
4. Hancock KL, Schermer TR, Holton C, Crockett AJ. Microbiological contamination of spirometers - an exploratory study in general practice. *Aust Fam Physician*.2012 Jan-Feb;41(1-2):63-4
5. Bracci M, Strafella E, Croce N, Staffolani S, Carducci A, Verani M, Valentino M, Santarelli L. Risk of bacterial cross infection associated with inspiration through flow-based spirometers. *Am J Infect Control* 2011 Feb;39(1):50-5
6. Burgos F, Torres A, González J, Puig de la Bellacasa J, Rodríguez-Roisin R, Roca J. Bacterial colonization as a potential source of nosocomial respiratory infections in two types of spirometer. *Eur Respir J*. 1996 Dec;9(12):2612-7
7. Singh V, Arya A, Mathur US. Bacteriology of spirometer tubing and evaluation of methodology to prevent transmission of infection. *J Assoc Physicians India* 1993 Apr;41(4):193-4)
8. Pulmonary Function Laboratory Management and Procedure Manual, 2nd ed, 2005. American Thoracic Society
9. Accreditation of Respiratory Function Assessment Services. Thoracic Society of Australia and New Zealand, 2006
10. Kendrick AH, Johns DP, Leeming JP. Infection control of lung function equipment: a practical approach. *Respir Med*. 2003 Nov;97(11):1163-79
11. Heilmann M, Klocke M, Smaczny C, Ziesing S, Meissner E, Fabel H. Advances in lung function tests: ultrasound spirometry. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:A704
12. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J; ATS/ERS Task Force. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005 Jul;26(1):153-61
13. Gutiérrez M, Beroiza T, Borzone G, Caviedes I, Céspedes J, Gutiérrez M, et al. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias 2006. *Rev Chil Enf Resp* 2007; 23:31-42
14. Pulmonary Function Laboratory Standards and Guidelines. College of Physicians and Surgeons of Alberta, october 2009
15. ARTP Working Group on Standards of Care and Recommendations for Lung Function Departments. Association for Respiratory Technology and Physiology 2006
16. Características de los laboratorios de función pulmonar en Argentina. *Rev Am Med Respir* 2011;4:167-175
17. Canakis AM, Ho B, Ho S, Kovach D, Matlow A, Coates AL. Do in-line respiratory filters protect patients? Comparing bacterial removal efficiency of six filters. *Pediatr Pulmonol*. 2002 Nov;34(5):336-41
18. Leeming JP, Pryce-Roberts DM, Kendrick AH, Smith EC. The efficacy of filters used in respiratory function apparatus. *J Hosp Infect*. 1995 Nov;31(3):205-10

19. Unstead M, Stearn MD, Cramer D, Chadwick MV, Wilson R. An audit into the efficacy of single use bacterial/viral filters for the prevention of equipment contamination during lung function assessment. *Respir Med* 2006;100:946-50
20. Kirk YL, Kendall K, Ashworth HA, Hunter PR. Laboratory evaluation of a filter for the control of cross-infection during pulmonary function testing. *J Hosp Infect.* 1992 Mar;20(3):193-8
21. Kendrick AH, Johns DP, Leeming JP. Infection control of lung function equipment: a practical approach. *Respir Med.* 2003 Nov;97(11):1163-79
22. Protocolo de manejo frente a casos sospechosos de COVID-19. Ministerio de Salud del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Versión 10, actualizado al 16/03/2020