

RECOMENDACIONES PARA EL LABORATORIO DE FUNCIÓN PULMONAR EN LA ERA COVID-19

JUAN J. RODRÍGUEZ MONCALVO, JAVIER C. BREA FOLCO, SANTIAGO C. ARCE, ROQUE A. BALDASARIA, ORLANDO LÓPEZ JOVE, MIRIAM G. MARCOS, CARLOS G. DI BARTOLO

Sección Fisiopatología Respiratoria y Laboratorio Pulmonar, Asociación Argentina de Medicina Respiratoria

Resumen La diseminación aerógena del virus SARS CoV-2 es la principal forma de transmisión interhumana de este coronavirus causante de la enfermedad conocida como COVID-19. El riesgo implícito de la aerosolización de microgotas infectantes del SARS CoV-2 durante la ejecución de las pruebas funcionales respiratorias ha provocado una importante limitación de la actividad en la mayoría de los laboratorios de función pulmonar desde el inicio de la pandemia. Este documento tiene por objetivo actualizar las recomendaciones para el manejo del laboratorio de función pulmonar en el contexto de la epidemia COVID-19 en Argentina. Se incorporan nuevas recomendaciones para realizar pruebas funcionales respiratorias en el contexto de una fase alta y baja de circulación viral comunitaria, para pacientes post COVID-19, así como para la bioseguridad de pacientes y operadores. Las medidas incluyen la ventilación del ambiente, el uso de filtros antimicrobianos, la protección de vía aérea y mucosas, y el lavado de manos.

Palabras clave: COVID-19, SARS CoV-2, pruebas de función pulmonar, bioseguridad, aerosoles

Abstract *Recommendations for the pulmonary function laboratory in the COVID-19 era.* The airborne spread of the SARS CoV-2 virus is the main route of human-to-human transmission of this coronavirus that causes the disease known as COVID-19. The implicit risk of aerosolization of SARS CoV-2 infective microdroplets during the performance of respiratory function tests has caused a significant limitation of activity in most Pulmonary Function Laboratories since the beginning of the pandemic. This document aims to update the recommendations for the management of Pulmonary Function Laboratories in the context of the COVID-19 outbreak in Argentina. New recommendations include the way to carry out respiratory function tests in the context of a high and low phase of community viral circulation, the evaluation of post-COVID-19 patients, as well as several aspects of biosecurity for patients and operators. The measures include the ventilation of the environment, the use of antimicrobial filters, the protection of the airways and mucous membranes and hand washing.

Key words: COVID-19, SARS CoV-2, pulmonary function tests, biosecurity, aerosol sprays

La diseminación aerógena del virus SARS CoV-2 es la principal forma de transmisión interhumana de este coronavirus causante de la enfermedad conocida como COVID-19¹⁻³. El contagio puede producirse por la transmisión directa de secreciones respiratorias contaminadas desde el paciente a un sujeto no infectado, o potencialmente mediante el contacto inadvertido con secreciones contaminadas depositadas sobre objetos inertes⁴. El riesgo implícito de la aerosolización de microgotas infectantes del SARS CoV-2 durante la ejecución de las pruebas funcionales respiratorias (PFR) ha provocado una importante limitación de la actividad en la mayoría de los Laboratorios de Función Pulmonar (LFP) desde el inicio

de la pandemia COVID-19^{5, 6}. Por estos motivos, y considerando la importancia de las PFR para el diagnóstico, evaluación y control evolutivo de numerosas afecciones respiratorias y sistémicas, resulta necesario consensuar estrategias que permitan adecuar la actividad de los LFP a las exigencias de la pandemia COVID-19.

Este documento tiene por objetivo actualizar las recomendaciones para el manejo del LFP en el contexto de la epidemia COVID-19 en Argentina, cuya versión inicial fue publicada oportunamente a través de la página web de la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria⁷, y la página COVID-19: *Guidelines and Recommendations Directory of the European Respiratory Society*⁸.

En el presente documento se abordan aspectos considerados esenciales para una base racional de estas recomendaciones incluyendo la evolución epidemiológica del COVID-19, la condición clínica del paciente que requiera la exploración de la función respiratoria durante la epidemia, las PFR recomendadas por su utilidad y

Recibido: 8-XII-2020

Aceptado: 5-I-2021

Dirección postal: Juan José Rodríguez Moncalvo, Av. De Los Incas 3129, 1426 Buenos Aires, Argentina
e-mail: juanjosemoncalvo@hotmail.com

PUNTOS CLAVE Conocimiento actual

- La pandemia COVID-19 ha tenido gran impacto en el ámbito de las pruebas de función pulmonar, por la alta capacidad de generar aerosoles potencialmente infectantes.

Contribución del artículo al conocimiento actual

- Se incorporan nuevas recomendaciones para realizar pruebas funcionales respiratorias en el contexto de una fase alta y baja de circulación viral comunitaria, para pacientes post COVID-19, así como para la bioseguridad de pacientes y operadores. Las medidas incluyen la ventilación del ambiente, el uso de filtros antimicrobianos, la protección de vía aérea y mucosas, y el lavado de manos.

seguridad, y las estrategias para realizar las mismas minimizando el riesgo de los procedimientos. Así mismo, se incorporan pautas para el estudio de pacientes recuperados de COVID-19.

Metodología

Para estas recomendaciones se revisaron otros documentos similares emitidos por diversas sociedades de medicina respiratoria e instituciones vinculadas con la actividad de los LFP⁵⁻¹⁵, organismos sanitarios gubernamentales y estudios de investigación epidemiológica y básica sobre la diseminación del SARS CoV-2 y sus condicionantes. Todas las publicaciones y recomendaciones emanadas de éstas, fueron valoradas en sucesivas reuniones respecto de su calidad y pertinencia. Se conformó un comité de redacción de las recomendaciones, las cuales fueron posteriormente evaluadas por un comité de revisión independiente.

Estas recomendaciones son aplicables en cualquier tipo de fase epidemiológica, ya sea primaria o por rebrote infeccioso. Los reportes de reinfección comprobada en el mismo paciente son escasos debiendo considerarse cada caso en particular^{16, 17}.

Bases conceptuales para las recomendaciones

1. Consideraciones acerca de la evolución epidémica del COVID-19

Para determinar la factibilidad de las actividades del LFP deben tomarse en cuenta las características de la evolución epidemiológica local del COVID-19, que puede diferir de manera importante, aún entre regiones geográficas y ciudades adyacentes. Por tal motivo, debe considerarse

cuidadosamente la situación en cada región para decidir el nivel de actividad del LFP. En Argentina, estos datos se encuentran publicados en las páginas electrónicas del Ministerio de Salud de la Nación y los organismos de salud regionales, así como en las páginas argentinas de OMS/OPS^{14, 18}, donde es posible obtener información referida a la evolución de la tasa de prevalencia e incidencia de la enfermedad, la curva de progresión de casos confirmados por región, el número básico reproductivo (R0) de la infección (que estima la velocidad de propagación de la enfermedad en la población), y el tiempo esperado para la duplicación de casos^{14, 18, 19}. Estas y otras variables deben ser analizadas conjuntamente con el comité local de control de infecciones para definir las fases epidemiológicas de la enfermedad y acordar las estrategias para desarrollar las actividades del LFP.

A los fines de este trabajo, se ha definido como Fase Alta a la situación epidémica local ascendente o elevada estable (meseta alta) de la enfermedad, caracterizada por una elevada circulación del virus en la comunidad. En tanto se define como Fase Baja a la caracterizada por el descenso local del número de nuevos casos confirmados o de amesetamiento estable bajo (meseta baja), cuando la probabilidad de diseminación de la infección es menor.

Durante la Fase Alta se recomienda en general no realizar PFR. Sólo podrían considerarse casos excepcionales en los que el examen funcional sea indispensable para tomar una conducta terapéutica urgente. En tanto en la Fase Baja, se recomienda considerar la apertura gradual del LFP manteniendo el concepto de realizar sólo aquellas PFR que sean necesarias para el diagnóstico o para decidir una conducta médica mayormente impostergable.

En ambas fases, es aconsejable diferir todas las PFR que no sean esenciales, postergando aquellas solicitadas para el control rutinario de una afección conocida o que no modifiquen conductas clínicas. Como se verá a continuación, deberá disponerse de procedimientos operativos escritos incluyendo estrategias para prevenir una potencial diseminación viral durante los estudios, así como el uso de elementos de protección del personal de salud (EPP) y para la descontaminación del equipamiento, en concordancia con las políticas institucionales y sanitarias locales respecto del manejo de infecciones transmisibles.

2. Condiciones clínicas para la ejecución de las PFR durante la epidemia COVID-19

No se recomienda la realización de PFR en ningún paciente con diagnóstico de COVID-19, sintomático o no, como tampoco en aquellos enfermos que reúnan criterios clínicos de caso sospechoso acorde con la definición del Ministerio de Salud de la Nación²⁰ en ninguna de las fases epidemiológicas de la enfermedad. Existe evidencia de que el 95% de los pacientes que han padecido COVID-19 y se han recuperado (post-COVID) presentan un muy bajo

potencial infectocontagioso transcurridos más de 20 días desde el inicio sintomático de la enfermedad y por un período de al menos 3 meses²¹. En este contexto resulta razonable indicar una evaluación funcional respiratoria a partir de los 30 días transcurridos desde el inicio de los síntomas del COVID-19 en base a una cuidadosa evaluación clínica y a la ausencia de signo-sintomatología que pudieran hacer sospechar una reinfección^{18, 22}, sin necesidad de exámenes para excluir la presencia de SARS-CoV-2. Sin embargo, los pacientes con inmunodeficiencia que han padecido COVID-19 deberían ser evaluados de manera particular para excluir una infección persistente con SARS-CoV-2²³.

Se presumen al menos dos escenarios en los que se puede indicar la evaluación de la función pulmonar en un paciente post-COVID: 1) para determinar la condición funcional y su potencial afectación por secuelas de la enfermedad en pacientes sin afección respiratoria previa y, 2) para evaluar una exacerbación o deterioro agudo de una enfermedad concurrente previamente conocida (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedades del intersticio pulmonar, bronquiectasias, etc). Para el primero de los escenarios, la evidencia demuestra que puede ocurrir un deterioro agudo de la función respiratoria en los primeros 30 días desde el inicio de los síntomas, para luego observarse una mejora leve o estabilización que se alcanza alrededor de los 3 meses²⁴. De manera que, para conocer la función pulmonar remanente, se sugiere idealmente evaluarla a partir de los 3 meses de evolución de la enfermedad²⁵. Por el contrario, en el segundo escenario y siempre que sea posible, sería recomendable esperar al menos 30 días desde el inicio de los síntomas²⁴⁻²⁶.

En los pacientes que no han padecido COVID-19 y requieran realizar PFR durante la Fase Baja, se recomienda realizar un cuestionario de *triage* 24 a 48 horas antes de la ejecución de las PFR para examinar criterios de caso sospechoso de COVID-19. Luego de un interrogatorio dirigido por personal entrenado del LFP, los casos considerados sospechosos no podrán acceder al estudio funcional hasta haberse excluido la infección por SARS-CoV-2. El interrogatorio dirigido está destinado a discriminar entre los síntomas habituales de la enfermedad de base del paciente de los potencialmente vinculados al COVID-19 (Fig. 1).

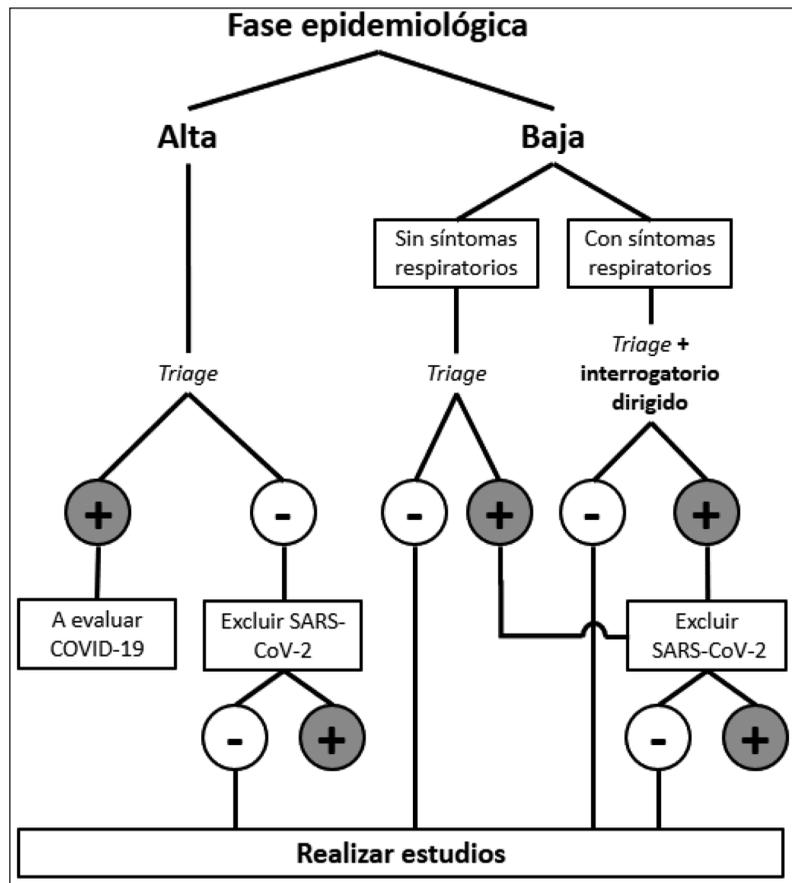
El comportamiento de la epidemia es temporal y geográficamente variable, con períodos de alta y de baja transmisión local de la infección que pueden diferir entre distintas regiones. Esta realidad debe ser reconocida y evaluada con los datos suministrados por la autoridad sanitaria local para decidir la conducta respecto a la realización de PFR. Durante la Fase Alta, ante un paciente con síntomas respiratorios nuevos o exacerbados deberá excluirse el diagnóstico de COVID-19 empleando alguna de las pruebas diagnósticas validadas y aprobadas tales como el hisopado nasofaríngeo y test de reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (RT-PCR), *tests* en saliva, etc. dentro de las 72 hs previas a la realización del estudio^{6, 11}. En Fase Baja, y de acuerdo con la experiencia del centro asistencial y el comité institucional de infecciones, podría considerarse suficiente para realizar un examen funcional respiratorio sencillo y con bajo potencial contaminante, la ausencia de criterios de caso sospechoso de COVID-19 mediante una evaluación dirigida a distancia 24 a 48 horas antes del estudio y su confirmación presencial antes del mismo por personal entrenado. El uso de esta estrategia, en contraste con el empleo de métodos directos de exclusión de la infección por SARS CoV-2, dependerá de la experiencia y recursos del centro así como de la prevalencia local de la infección⁵ (Fig. 1). Debe tenerse presente que las pruebas rápidas, como por ejemplo el hisopado nasofaríngeo y test RT-PCR, pueden tener una tasa de falsos negativos de hasta 30%²⁷, según el momento en el que se efectúa y algunos aspectos técnicos de su obtención, por lo cual es recomendable mantener ciertas medidas de protección e higiene durante el estudio como si se tratara de un caso potencialmente infectante.

En la Tabla 1 se muestra un listado de situaciones propuestas para la realización de un examen funcional respiratorio. Cada solicitud deberá ser evaluada por el profesional a cargo del LFP, quien resolverá su factibilidad en función de las normativas de bioseguridad y decidirá aceptar o rechazar alguna o todas las pruebas solicitadas. En Fase Baja, podría considerarse agregar otras indicaciones de evaluación funcional, como por ejemplo ensayos clínicos no relacionados con COVID-19 o examen de salud pre-laboral²⁸.

TABLA 1.– Condiciones que pueden requerir un examen funcional respiratorio durante pandemia COVID-19

-
- Evaluación de riesgo preoperatorio de resecciones pulmonares
 - Procedimientos quirúrgicos mayores en pacientes con enfermedad respiratoria preexistente
 - Evaluación impostergable de exacerbación o deterioro progresivo de enfermedad respiratoria conocida
 - Valoración de función respiratoria previa a trasplante de médula ósea u órganos sólidos
 - Implementación y control de terapia con drogas potencialmente tóxicas para el aparato respiratorio
 - Otras consideradas clínicamente prioritarias a criterio del profesional a cargo del LFP
-

Fig. 1.- Selección de pacientes para estudios de función pulmonar



3. ¿Cuáles son las PFR que podrían realizarse durante la pandemia COVID-19?

El riesgo de contagio del operador depende de factores tales como la ventilación y recambio de aire ambiental, la distancia con el paciente, el uso adecuado de elementos de protección personal (EPP), la cantidad de partículas infectantes en el ambiente, la posibilidad de su deposición en la vía aérea y otras mucosas, y del inóculo infeccioso, entre otros factores²⁹⁻³¹. La exhalación forzada durante la realización de las PFR genera la diseminación de secreciones respiratorias en forma de micropartículas con un tamaño de hasta 20 μm en el ambiente cercano al paciente²⁹. Mientras las partículas más grandes pueden ser expelidas hasta 2 metros, las más pequeñas (menores a 5 μm) pueden quedar suspendidas temporalmente en el aire, especialmente cuando la ventilación del local es inadecuada. Durante maniobras respiratorias forzadas pueden generarse flujos espiratorios superiores a 700 L/min, con una elevada diseminación de secreciones respiratorias en forma de microgotas³²⁻³⁴. Este fenómeno puede ser más acentuado con la tos y durante la ejecución de PFR caracterizadas por un aumento sostenido de la ventilación³⁴.

Al considerar la realización de PFR durante la epidemia COVID-19 deben indicarse aquellos estudios que provean la información más útil y específica para el caso que se explora, y que al mismo tiempo sean los más sencillos, más breves y con la menor aerosolización posible de secreciones respiratorias. Entre ellos, la espirometría, la gasometría arterial y la medición de la transferencia de monóxido de carbono (DLCO) aportan la información más relevante para la toma de decisiones clínicas, pudiendo realizarse con las medidas de precaución adecuadas para la situación epidemiológica³⁵. Prácticas tales como las pruebas de broncoprovocación y la prueba de ejercicio cardiopulmonar, que incluyen maniobras respiratorias forzadas y repetitivas o un aumento sostenido de la ventilación, no deberían ser efectuadas durante la Fase Alta de la epidemia por COVID-19. Algunas recomendaciones internacionales^{5, 6, 9-11} sostienen que estos exámenes deberían posponerse hasta que la epidemia de COVID-19 se encuentre en etapa de defervescencia y control epidemiológico. La medición de la capacidad pulmonar total (TLC) por cualquiera de sus técnicas rara vez podrá ser considerada esencial³⁶, siendo recomendable posponerla hasta la Fase Baja (Tabla 2).

TABLA 2.– Pruebas recomendadas según fase epidemiológica y condición del paciente

Prueba	Fase Alta		Fase Baja	
	Sin evidencia de infección por SARS-CoV-2	Post-COVID	Sin evidencia de infección por SARS-CoV-2	Post-COVID
Espirometría	+	++	+	++
Volúmenes pulmonares	–	++	+	++
DLCO	+	++	+	++
Caminata de 6 minutos	–	+	+	++
Presiones estáticas máximas	+	++	+	++
Extracción de sangre arterial	++	++	++	++
Ventilación voluntaria máxima	–	+	+	++
Prueba de ejercicio cardiopulmonar	–	+	+	++
Broncoprovocación con métodos no nebulizados	–	+	+	++
Broncoprovocación con métodos nebulizados	–	–	–	#

DLCO: *diffusing capacity for carbon monoxide (capacidad de difusión para monóxido de carbono)*

- no recomendado, muy alto riesgo de contagio

+ recomendado, moderado riesgo de contagio

++ recomendado, bajo riesgo de contagio

no hay evidencia suficiente a la fecha sobre la seguridad de este procedimiento³⁹

Otros estudios pueden ser considerados, según criterio del responsable legal y según similitud con las prácticas arriba detalladas

En cuanto a la prueba de marcha de 6 minutos, es una recomendación de este grupo de trabajo considerar la posibilidad de realizarla preferentemente en espacios abiertos externos que se ajusten a las condiciones técnicas requeridas para este examen funcional (patios, galerías abiertas, etc.)^{37, 38}. Se debe evitar el uso de pasillos de circulación de pacientes y personal para realizar la prueba; estos podrían ser considerados para ser realizados en pacientes que reúnan criterios de post-COVID. Según la valoración de riesgo de contagio para el operador y para terceros, la prueba podría ser realizada sin o con barbijo. Cuando se elija esta última opción, debe constar esta modalidad en el informe, su influencia en la escala de disnea de Borg y las limitaciones de su interpretación en función de los valores de referencia habitualmente utilizados.

En la Fase Baja, podrían ser reintroducidas el resto de las PFR habituales, pero siempre considerando la ausencia de sospecha de infección viral, el empleo de EPP adecuados por el personal de salud interviniente, las medidas de higiene del equipamiento y la ejecución de los estudios en un local acorde con las medidas sanitarias recomendadas a continuación.

4. Cómo realizar las PFR para reducir el riesgo de diseminación del SARS-CoV-2

4a. *Acondicionamiento de la sala de espera y gestión de turnos*: se recomienda que la reserva de turnos y entrega de indicaciones sea realizada de forma remota (teléfono, aplicaciones de celular, portales web). Se recomienda administrar telefónicamente un cuestionario de evaluación (*triage*) 24-48 horas antes del estudio. Es aconsejable que un profesional médico reitere el cuestionario al presentarse el paciente para el examen. Es recomendable disponer de una planilla para registro y control de pacientes cancelados y diferidos. En todo momento se debe minimizar el contacto social de los pacientes y del personal. Se deben otorgar turnos espaciados, estimando un tiempo mínimo de 30 minutos desde la finalización del estudio previo hasta el inicio del siguiente para realizar el acondicionamiento e higiene del local de estudios.

La adecuada ventilación y renovación del aire de la sala de espera y local del estudio son importantes para reducir la permanencia de partículas infectantes en el ambiente^{32, 33}. La sala de espera debe estar ventilada mediante ventanas o ventilación forzada de aire hacia el exterior.

No deberían utilizarse sistemas de recirculación de aire (ventiladores, equipos de aire acondicionado tipo *split*) sin adecuada ventilación externa, aún a costa de menor eficiencia energética. Son aceptables sistemas de aire acondicionado centralizado con toma de aire exterior⁴⁰.

El virus puede permanecer viable sobre diversos materiales inertes^{4,41}. Aun cuando varios reportes han hallado partículas virales en diversas superficies expuestas a aerosoles generados por pacientes con COVID-19⁴¹, no hay casos documentados a la fecha de transmisión por fómites, si bien el rol por esta vía de transmisión es experimentalmente posible⁴². El virus presente sobre estas superficies puede ser eliminado con el uso de los descontaminantes usualmente recomendados^{41, 43}. Para que la sala sea de fácil y rápida limpieza es aconsejable evitar la presencia de elementos no indispensables como: folletería, carteles, almohadones, fundas, cortinas, adornos, dispensadores de agua, etc^{4,44}. Los asientos y demás superficies deben ser de material lavable. Debe disponerse de alcohol en gel o de un lavabo con jabón líquido y toallas de papel descartables accesibles a los pacientes en espera. No usar jabón en barra o toallas de tela. Debe mantenerse al mínimo la cantidad de personas presentes simultáneamente en la sala (un único acompañante por paciente cuando sea indispensable), con una distancia no inferior a 2 metros entre pacientes (se pueden utilizar marcas en los asientos) y espacios de circulación amplios. Cuando esto no sea posible los demás pacientes deberán esperar en otra área del centro, o bien se otorgarán turnos en horarios escalonados. Los pacientes y acompañantes deben estar en todo momento con barbijo social que cubra nariz, boca y mentón^{45,46}. Es recomendable colocar un cartel informativo acerca de las medidas de higiene en un lugar visible.

4b. Acondicionamiento del LFP o del local en que se realizan las PFR: al igual que para la sala de espera, debe estar ventilado hacia el exterior o disponer de ventilación forzada de aire hacia el exterior. Es recomendable que las ventanas estén completamente abiertas, de modo de garantizar la mayor tasa de recambio de aire posible^{32,33}. Tampoco debieran utilizarse sistemas de recirculación de aire, como ventiladores, sin adecuada ventilación hacia el exterior. Son aceptables sistemas de aire acondicionado centralizado con toma de aire externa, a los que se les pueden adicionar filtros de alta eficiencia con capacidad de retener virus y bacterias (HEPA) y/o instalar lámparas germicidas de luz ultravioleta tipo C⁴⁰.

Los equipos de aire acondicionado de instalación local (tipo *split*) podrían utilizarse si existe la posibilidad de contar con ventilación externa, así como con mantenimiento y limpieza de los filtros en forma adecuada y regular, y considerar mantener temperaturas entre 24-27 °C con humedad relativa ambiente entre 50-60%^{40,47}. No es aceptable la ventilación hacia pasillos internos o salas de espera. Locales mal ventilados suponen un alto riesgo

de contagio, especialmente para el personal; en estos casos las instituciones sanitarias deberían considerar el traslado del LFP a otras áreas del edificio que cumplan con las condiciones de ventilación mencionadas.

Si bien es importante la ventilación del ambiente, es desaconsejable hacer estudios con sensores de flujo al aire libre o con corrientes de aire, ya que pueden generar artefactos en las mediciones realizadas debido a cambios instantáneos en la corrección a BTPS.

Es conveniente minimizar la cantidad de superficies expuestas a fin de facilitar la limpieza y descontaminación del local en el que se realizan las PFR, utilizando soluciones de hipoclorito de sodio, amonio cuaternario o alcohol 70%. Se recomienda disponer de un mobiliario limitado al mínimo, tal como dos sillas, un escritorio y el equipo de medición de la función pulmonar, evitando elementos no indispensables^{45,46}. Al ingresar al laboratorio, el paciente y su eventual acompañante, deben higienizarse las manos con alcohol en gel o con agua y jabón.

Existe evidencia de emisión aerógena de partículas por hablar y respirar normalmente⁴⁸. El uso de barbijo o tapabocas en forma permanente puede contribuir a minimizar esta aerosolización. El paciente debe estar en todo momento con el barbijo colocado, retirándolo sólo para hacer las maniobras. En casos excepcionales puede considerarse la presencia de un segundo operador.

Las maniobras necesarias para realizar las pruebas funcionales pueden diseminar al ambiente una gran cantidad de partículas virales infectantes³², siendo esencial el empleo de filtros antimicrobianos para contenerlas⁴⁹⁻⁵¹. El filtro antimicrobiano debe estar diseñado específicamente para pruebas de función pulmonar, y ser de un solo uso por paciente y por estudio⁵¹. El operador debe controlar la correcta oclusión labial sobre la interfaz con el filtro a fin de minimizar la posibilidad de fuga aérea durante la maniobra.

Durante el período de pandemia han aparecido múltiples dispositivos y desarrollos para limitar el riesgo de contagio para operadores y pacientes. Entre ellos podemos citar el uso de duchas sanitizantes, alfombras con desinfectante, ozonizadores, etc. Sin embargo, no hallamos al momento evidencia que avale su utilidad e incluso, para algunos dispositivos, se desaconseja su aplicación⁵². También se ha sugerido el uso de mamparas como barrera física entre el operador y el paciente al momento de realizar las pruebas; si bien se hallan difundidas tanto en el ámbito comercial como sanitario, no existe literatura que las avale y su implementación emana del sentido común. Su uso evitaría la proyección de partículas grandes, pero no la de partículas pequeñas que flotan en el ambiente y pueden llegar a las mucosas del operador. Adicionalmente, pueden dificultar la interacción con ciertas poblaciones de pacientes que requieren asistencia en la colocación de la boquilla o en lograr un adecuado cierre bucal, como niños, ancianos, o pacientes

con enfermedades neuromusculares. De modo que su implementación queda a criterio del responsable del LFP y de la institución. Su uso no previene de la necesidad de ventilación, de la utilización de filtros antimicrobianos o del empleo del EPP adecuado para cada situación, como veremos en la sección siguiente.

4c. *Equipo de protección recomendado para realizar PFR:* el operador debe utilizar los EPP recomendados para el contacto físico con un paciente sospechoso de COVID-19 acorde con las normas de las autoridades sanitarias^{53, 54}.

El EPP puede incluir todos o algunos de los siguientes componentes, según el riesgo de exposición:

- Ambo hospitalario de uso exclusivo en el LFP
- Calzado cerrado
- Cabello largo recogido
- Cofia y botas descartables
- Camisolín descartable hidrorrepelente
- Barbijo N95
- Barbijo quirúrgico tricapa
- Antiparras cerradas
- Máscara facial
- Guantes descartables

En escenarios de alto riesgo (Fase Alta o con pruebas muy aerosolizantes) se recomienda el uso de EPP nivel

3, el cual está previsto para la asistencia y contacto físico con pacientes respiratorios sintomáticos y la exposición a secreciones respiratorias potencialmente infectantes. Esto incluye barbijo N95 y barbijo quirúrgico por sobre el anterior para prolongar su durabilidad, protección ocular o facial, camisolín, guantes, cofia y botas descartables. En Fase Baja, podría considerarse el prescindir de algunos componentes del EPP (Tabla 3). No obstante, su implementación debe ser consensuada con la autoridad sanitaria institucional y/o local.

El uso de guantes no es indispensable, excepto que el operador presente lesiones cutáneas en sus manos o muñecas. Con un adecuado lavado de manos entre pacientes con agua y jabón o con alcohol en gel es suficiente para eliminar el virus.

Si se va a realizar más de un estudio, debe utilizarse el EPP que corresponde al estudio que más protección requiera (Tabla 3).

Durante la administración de broncodilatadores inhalados y en el lapso de espera entre la fase pre y la post-broncodilatador, el operador debe permanecer con el EPP colocado y dentro del local de estudios. La administración de los broncodilatadores inhalados acarrea un alto potencial de aerosolización de partículas virales. El uso de espaciadores o aerocámaras no evita la emisión de

TABLA 3.- *Equipo de protección recomendado según prueba y fase de transmisión local*

Prueba	Fase Alta									Fase Baja								
	Ambo	Calzado ¹	Cofia	Cubrebo	Camisolín	B. N95 ²	B. Tricapa ²	P. ocular ³	Guantes	Ambo	Calzado ¹	Cofia	Cubrebo	Camisolín	B. N95 ²	B. Tricapa ²	P. ocular ³	Guantes*
Espirometría	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	
Volúmenes pulmonares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓				✓	✓	✓	
DLCO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	
Caminata de 6 minutos	✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓					✓		
Presiones estáticas máximas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	
Extracción de sangre arterial							✓	✓	✓							✓	✓	
Ventilación voluntaria máxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓				✓	✓	✓	
Prueba de ejercicio cardiopulmonar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓				✓	✓	✓	
Broncoprovocación con métodos no nebulizados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓				✓	✓	✓	
Broncoprovocación con métodos nebulizados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#	#				#	#	#	

DLCO: *Capacidad de difusión para monóxido de carbono*

- el estudio no se encuentra disponible

Las celdas vacías indican que dicha pauta debe ser consensuada con el comité local de infecciones

¹hace referencia a calzado cerrado. ²B. hace referencia a barbijo. ³P. hace referencia a protección

*solo se recomiendan si hay lesiones cutáneas en manos y muñecas

#no hay evidencia suficiente a la fecha sobre la seguridad de este procedimiento³⁹

microgotas hacia el ambiente. Si el paciente toma contacto con el actuador del aerosol (*porta-canister*), éste debe ser descontaminado luego de su uso. Los espaciadores y las aerocámaras deben ser así mismo descartados o descontaminados de acuerdo con la normativa del centro⁵⁵. Es desaconsejable la salida del paciente a la sala de espera entre las fases del estudio, no recomendándose intercalar pacientes entre las fases de la prueba broncodilatadora, ya que esto implica la descontaminación y recambio de un nuevo EPP para cada fase.

Finalizado el estudio, se debe proceder a la limpieza del área de trabajo y de toda superficie que pueda haber tomado contacto con el operador o el paciente. Esta limpieza puede ser realizada por el propio operador o por personal de limpieza dedicado, especialmente dentro de un radio de 2 metros del paciente, habida cuenta de la potencial contaminación con microgotas de secreciones respiratorias. Cabe aclarar que este último debería ingresar al área con EPP idéntico al utilizado por el operador. Luego de la limpieza de las superficies deben descartarse los componentes del EPP tales como guantes, barbijo quirúrgico, camisolín, cofia y botas, y deben descontaminarse las antiparras y el protector facial con alcohol 70% u otras soluciones aptas para tal fin⁵⁶. Debe transcurrir un tiempo de al menos 30 minutos entre pacientes para permitir la ventilación, la limpieza y el recambio de los EPP. La limpieza de superficies puede ser realizada con soluciones de hipoclorito de sodio. La dilución correcta del hipoclorito de sodio para desinfección de áreas críticas es de 1000 ppm y dependiente de la concentración inicial del clorado. Por ejemplo, partiendo de una concentración inicial de 55 gr. de cloro por litro, hacer la siguiente cuenta: $1000 \text{ (ppm)} \times 1000 \text{ (ml de agua en el pulverizador)} / 55000 \text{ (g de cloro a mg)} = 20 \text{ cc de cloro en 1 litro de agua}$. Los clorados se utilizan en superficies ya limpias y enjuagadas. Solo se usan en pulverizadores. La concentración mínima para la eliminación del virus es 500 ppm⁵⁷. Esta solución puede ser aplicada con un trapo y se debe dejar transcurrir al menos 5 minutos para lograr la eliminación del virus. Para las superficies que podrían ser dañadas por el hipoclorito de sodio se recomienda utilizar una concentración de etanol del 70% o solución de amonio cuaternario, que son menos corrosivos.

Discusión

La pandemia causada por el coronavirus SARS-CoV-2 ha generado un importante desafío para mantener la bioseguridad en la ejecución de las PFR. Siendo la diseminación aerógena la principal forma de transmisión interhumana de este coronavirus, el riesgo implícito de la aerosolización de microgotas infectantes durante la ejecución de las PFR ha provocado una importante limitación de la actividad en la mayoría de los LFP en todo

el mundo. Durante la fase epidémica inicial, la restricción de la actividad de los LFP fue adoptada ampliamente por ser considerada la mejor opción (y tal vez la única) para reducir la diseminación de la enfermedad, disminuyendo asimismo la posibilidad de contagio del personal de salud y los pacientes^{5, 6, 58}. Sin embargo, el valor de las PFR para el diagnóstico, evaluación y control evolutivo de numerosas afecciones respiratorias y sistémicas, ha impulsado la necesidad de consensuar estrategias destinadas a adecuar la actividad de los LFP a las exigencias de la pandemia COVID-19. No obstante, a la fecha no se dispone todavía de consensos que acuerden una conducta sólida y uniforme respecto de la bioseguridad de las PFR en esta situación⁵⁻¹⁵. De hecho, en algunas guías y recomendaciones internacionales se delega la toma de las decisiones en la experiencia y disponibilidad operativa de la unidad de exámenes funcionales respiratorios¹⁵. Esta falencia se debería en parte a que, incluso actualmente, el enfoque más importante de la bioseguridad de los LFP estuvo focalizado en la transmisión de infecciones respiratorias cruzadas a través del equipamiento⁵⁹, relegando la importancia de la transmisión de infecciones desde el paciente al operador así como su eventual diseminación indirecta a otros pacientes y personal de salud, a partir de la contaminación de las superficies inertes del equipamiento y del local de ejecución de la PFR con secreciones potencialmente infectantes.

Este documento tiene por objetivo actualizar las recomendaciones para el manejo del LFP en el contexto de la epidemia COVID-19 en Argentina basándonos en una amplia revisión de otros documentos similares, estudios experimentales y clínicos publicados, así como en nuestras recomendaciones iniciales emitidas en mayo 2020^{7, 8}. En esta edición se han incorporado nuevas recomendaciones para el manejo de las PFR en pacientes recuperados de COVID-19, la realización de PFR en el contexto de una fase alta y baja de circulación viral comunitaria, así como también en la bioseguridad de los procedimientos que alcanzan a los pacientes y al personal de salud interviniente. No obstante, la revisión de la información consultada para sustentar estas recomendaciones muestra la dificultad para obtener un nivel de categoría y grado de calidad deseables. Pensamos que este hecho se debe, parcialmente, al impedimento ético que significa la realización de estudios de casos y controles para investigar el potencial infectocontagioso de algunos procedimientos operativos del LFP, pero también al hecho de que en los últimos 20 años los LFP en general han confiado la bioseguridad de sus procedimientos en los muy escasos reportes de infecciones adquiridas como resultado de la realización de PFR^{36, 59}. La realidad del COVID-19 ha concluido abruptamente con este hecho, y hasta que no obtengamos mayor información acerca de su repercusión en el ámbito de los LFP, las recomendaciones basadas en la calidad de la evidencia disponible, mayor-

mente indirecta, así como en la adhesión a normativas básicas y racionales de prevención para la transmisión de infecciones respiratorias, serán la mejor herramienta disponible para conducir nuestra tarea.

Sumario de recomendaciones para los LFP en la era COVID-19

Las siguientes recomendaciones pueden variar después de la emisión de este documento en función de nuevas evidencias y/o de la evolución local de epidemia, pudiendo requerirse eventuales cambios o modificaciones en las mismas en acuerdo con la autoridad sanitaria institucional y/o local, con el fin de adaptarlas a la realidad de cada lugar de trabajo. Para aclaraciones y anexos referirse al texto completo.

a. Para determinar la factibilidad de las actividades del LFP deben tomarse en cuenta las características de la evolución epidemiológica local del COVID-19, que puede diferir de manera importante, aún entre regiones geográficas y ciudades adyacentes. Por tal motivo, debe considerarse cuidadosamente la situación en cada región para decidir el nivel de actividad del LFP.

b. La tasa de prevalencia e incidencia de la enfermedad, la curva de progresión de casos confirmados por región, el número básico reproductivo (R0) de la infección (que estima la velocidad de propagación de la enfermedad en la población), y el tiempo esperado para la duplicación de casos deben ser analizadas conjuntamente con el comité local de control de infecciones para definir las fases epidemiológicas de la enfermedad y acordar las estrategias para desarrollar las actividades del LFP.

c. Se ha definido como **Fase Alta** a la situación epidémica local ascendente o elevada estable (meseta alta) de la enfermedad, caracterizada por una elevada circulación del virus en la comunidad. En tanto se define como **Fase Baja** a la caracterizada por el descenso local del número de nuevos casos confirmados o de amesetamiento estable bajo (meseta baja), cuando la probabilidad de diseminación de la infección es menor.

d. Durante la Fase Alta se recomienda en general no realizar PFR. Sólo podrían considerarse casos excepcionales en los que el examen funcional sea indispensable para tomar una conducta terapéutica urgente.

e. Durante la Fase Baja se recomienda considerar la apertura gradual del LFP manteniendo el concepto de realizar sólo aquellas PFR que sean necesarias para el diagnóstico o para decidir una conducta médica mayormente impostergable.

f. Se recomienda diferir todas las PFR que no sean esenciales para el diagnóstico o cuando se indiquen para el control rutinario de una afección conocida.

g. No se recomienda la realización de PFR en ningún paciente con diagnóstico actual de COVID-19, como

tampoco en aquellos enfermos que reúnan criterios clínicos de caso sospechoso, en ninguna de las fases epidemiológicas de la enfermedad.

h. Durante Fase Alta, ante un paciente con síntomas respiratorios nuevos o exacerbados deberá excluirse el diagnóstico de COVID-19 empleando alguna de las pruebas diagnósticas validadas y aprobadas (hisopado nasofaríngeo y test RT-PCR, saliva, etc.), considerando la posibilidad de efectuarlas dentro de las 72 hs previas a la prueba funcional.

i. En los pacientes que no han padecido COVID-19 y requieran realizar PFR durante la Fase Baja se recomienda realizar un cuestionario de *triage* 24 a 48 horas antes de la ejecución de las PFR para examinar criterios de caso sospechoso de COVID-19. Los casos sospechosos no podrán acceder al estudio funcional hasta haberse excluido la infección por SARS CoV-2.

j. Los pacientes que han padecido COVID-19 presentan muy bajo potencial infectocontagioso luego de transcurridos 20 días del inicio sintomático de la enfermedad, por lo cual se recomienda su valoración funcional a partir de los 30 días desde el inicio de los síntomas en base a una cuidadosa evaluación clínica y a la ausencia de signo-sintomatología que pudieran hacer sospechar una reinfección, sin necesidad de mayores exámenes para excluir la presencia de SARS CoV-2.

k. En Fase Baja, y de acuerdo con la experiencia del centro asistencial y el comité institucional de infecciones, podría considerarse suficiente para realizar un examen funcional respiratorio sencillo y con bajo potencial contaminante, la ausencia absoluta de criterios de sospecha de COVID-19 mediante una evaluación dirigida a distancia 24 a 48 horas antes del estudio y su confirmación presencial antes del mismo por personal entrenado. El uso de esta estrategia, en contraste con el empleo de métodos directos de exclusión de la infección por SARS CoV-2, dependerá de la experiencia y recursos del centro, así como de la prevalencia local de la infección.

l. Al considerar la realización de PFR durante la epidemia COVID-19, deben indicarse aquellos estudios que provean la información más útil y específica para el caso que se explora y que al mismo tiempo sean exámenes sencillos y breves con la menor aerosolización posible de secreciones respiratorias.

m. La espirometría, la gasometría arterial y la medición de la transferencia de CO con respiración única (DLCO) son exámenes considerados sencillos, pudiendo realizarse con las medidas de precaución adecuadas para la situación epidemiológica). Se considera la posibilidad de realizar la prueba de marcha en 6 minutos cuando se disponga de espacios abiertos externos que se ajusten a las condiciones técnicas requeridas para este examen funcional.

n. Algunas condiciones que podrían requerir una PFR incluyen: la evaluación del riesgo preoperatorio de las

resecciones pulmonares, procedimientos quirúrgicos mayores en pacientes con enfermedades respiratorias preexistentes, la evaluación de una exacerbación o el deterioro progresivo de enfermedades respiratorias conocidas, la valoración previa a un trasplante de médula ósea u órganos sólidos, y la implementación y control de una terapia con drogas potencialmente tóxicas para el aparato respiratorio.

o. La prueba de broncoprovocación y la prueba de ejercicio cardiopulmonar, que incluyen maniobras respiratorias forzadas y repetitivas o un aumento sostenido de la ventilación, no deberían ser efectuadas durante la Fase Alta de la epidemia por COVID-19.

p. En pacientes post-COVID o en Fase Baja, podrían ser reintroducidas el resto de las PFR habituales, pero siempre considerando la ausencia de sospecha de infección viral, el empleo de EPP adecuados por el personal de salud interviniente, las medidas de higiene del equipamiento y la ejecución de los estudios en un local acorde con las medidas sanitarias recomendadas.

q. La reserva de turnos y entrega de indicaciones para realizar PFR debe ser administrada de forma remota (teléfono, aplicaciones de celular, portales web). Se recomienda administrar telefónicamente un cuestionario de evaluación (*triage*) 24-48 horas antes del estudio.

r. Se deben otorgar turnos espaciados estimando un tiempo mínimo de 30 minutos desde la finalización del estudio previo hasta el inicio del siguiente para realizar el acondicionamiento e higiene del local de estudios.

s. La sala de espera y el LFP o el local en donde se efectúen las PFR deben tener ventilación hacia el exterior. No deben utilizarse sistemas de recirculación de aire. Así mismo, debe disponerse de elementos para lavado de manos o alcohol en gel, y respetar las normas generales de bioseguridad en todo momento: distancia social, barbijo o tapabocas, turnos escalonados, espacios de circulación amplios.

t. Se recomienda un mobiliario limitado al mínimo en el LFP, tal como dos sillas, un escritorio y el equipo de medición de la función pulmonar, evitando elementos no indispensables. Al ingresar al laboratorio, el paciente debe higienizarse las manos con alcohol en gel.

u. El operador y el paciente son los únicos que deben permanecer en el LFP, a menos que sea indispensable un acompañante. El paciente debe estar con el barbijo colocado, retirándolo sólo para hacer las maniobras requeridas para las PFR. En casos excepcionales puede considerarse necesaria la presencia de un segundo operador.

v. Todos los estudios funcionales respiratorios deben ser realizados con filtros antimicrobianos descartables. El filtro antimicrobiano debe estar diseñado específicamente para pruebas de función pulmonar, y ser de un solo uso por paciente y por estudio.

w. En Fase Alta se recomienda el uso de EPP nivel 3 por parte del operador, el cual está previsto para la asistencia y contacto físico con pacientes respiratorios sintomáticos y la exposición a secreciones respiratorias potencialmente infectantes. En Fase Baja podría considerarse el prescindir de algunos componentes del EPP en forma consensuada con la autoridad sanitaria institucional y/o local.

x. Durante la administración de un broncodilatador inhalado, y en el lapso de espera entre la fase pre y la fase post-broncodilatador, el operador debe permanecer con el EPP colocado.

y. Luego de cada paciente se debe limpiar el área del estudio en un radio de al menos 2 metros utilizando soluciones desinfectantes. El operador puede retirarse los EPP sólo luego de terminada la limpieza.

Agradecimientos: A Eduardo L. De Vito, Hernando Sala Romanó y Andrea Guzmán, por su revisión experta de los contenidos del documento. A la Asociación Argentina de Medicina Respiratoria por su apoyo en la distribución del documento, a los colegas con quienes tuvimos oportunidad de debatir los diversos temas que componen este documento.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

1. Liu J, Liao X, Qian S, et al. Community transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. *Emerg Infect Dis* 2020; 26:1320-3. doi.org/10.3201/eid2606.200239
2. Chan J F-W, Yuan S, Kok K-H, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet* 2020; 395: 514-23. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9
3. W. Guan, Z. Ni, Yu Hu, W. Liang, C. Ou, J. He, L. Liu, et al. The China Medical Treatment Expert Group for Covid-19* Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020; 382: 1708-20.
4. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect* 2020; 104: 246-251.
5. ATS. Pulmonary Function Laboratories: Advice Regarding COVID-19. En: <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/disease-related-resources/pulmonary-function-laboratories.php>; consultado diciembre 2020.
6. Recommendation from ERS Group 9.1 (Respiratory function technologists/Scientists). Lung function testing during COVID-19 pandemic and beyond. En: <https://ers.app.box.com/s/zs1uu88wy51monr0ewd990itoz4tsn2h>; consultado diciembre 2020.
7. Recomendaciones para el laboratorio de función pulmonar en la era COVID-19. Sección Fisiopatología Respiratoria y Laboratorio Pulmonar Redactores: Juan J. Rodríguez Moncalvo, Javier C. Brea Folco, Santiago C. Arce, Roque A. Baldasaria, Orlando López Jove, Miriam G. Marcos, Carlos G. Di Bartolo. Revisores: Eduardo L. De Vito, Hernando Sala Romanó, Andrea Guzmán, 27 mayo 2020. En: <https://www.aamr.org.ar/secciones/coronavirus/reco>

- mendaciones_laboratorio_funcion_pulmonar_cocov19.pdf*; consultado diciembre 2020.
8. Recomendaciones para el laboratorio de función pulmonar en la era COVID-19 – AAMR en: COVID-19 Guidelines and Recommendations directory. ERS. En: <https://www.ersnet.org/covid-19-guidelines-and-recommendations-directory>; consultado diciembre 2020.
 9. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Recomendaciones de prevención de infección por coronavirus en las unidades de función pulmonar de los diferentes ámbitos asistenciales. En: <https://enfermeriadeltrabajo.com/wp-content/uploads/2020/02/Documento-Recomendaciones-FUNCIO%CC%81N-PULMONAR-6.pdf>; consultado diciembre 2020.
 10. Association for Respiratory Technology and Physiology. ARTP COVID19 Update -18th March 2020. En: https://www.artp.org.uk/write/MediaUploads/Standards/COVID19/ARTP_COVID19_Infection_Control_Issues_for_Lung_Function.pdf; consultado diciembre 2020.
 11. SBAR for Performing Pulmonary Function Test in PFT labs. En: [https://www.nebraskamed.com/sites/default/files/documents/covid-19/Guidance-regarding-pulmonary-function-testing-\(PFT\).pdf?date=04012020](https://www.nebraskamed.com/sites/default/files/documents/covid-19/Guidance-regarding-pulmonary-function-testing-(PFT).pdf?date=04012020); consultado diciembre 2020.
 12. America Academy Allergy of Asthma & Immunology. Spirometry during COVID-19. En: <https://www.aaaai.org/ask-the-expert/spirometry>; consultado diciembre 2020.
 13. American College of Occupational and Environmental Medicine. ACOEM Advises Suspension of Routine Occupational Spirometry Testing During COVID-19 Pandemic. En: <https://acoem.org/News/Press-Releases/ACOEM-Advises-Suspension-of-Routine-Occupational-Spirometry-Testing-During-COVID-19-Pandemic>; consultado diciembre 2020.
 14. OPS/OMS Argentina. Recursos de información relacionados con el nuevo coronavirus. En: https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=10430:coronavirus&Itemid=226; consultado diciembre 2020.
 15. Wilson KC, Kaminsky DA, Michaud G, et al. Restoring Pulmonary and Sleep Services as the COVID-19 Pandemic Lessens. From an Association of Pulmonary, Critical Care, and Sleep Division Directors and American Thoracic Society-coordinated Task Force. *Ann Am Thor Soc* 2020; 17: 1343-51
 16. European Centre for Disease Prevention and Control. Reinfection with SARS-CoV: considerations for public health response: ECDC; 2020. En: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Re-infection-and-viral-shedding-threat-assessment-brief.pdf>; consultado diciembre 2020.
 17. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Orientaciones provisionales para la detección de casos de reinfección por el virus SARS CoV-2, 29 de octubre de 2020, Washington, D.C.: OPS/OMS, 2020. En: <https://www.paho.org/es/documentos/orientaciones-provisionales-para-deteccion-casos-reinfeccion-por-sars-cov-2>; consultado diciembre 2020.
 18. Ministerio de Salud de la Nación. En: http://www.msal.gob.ar/index.php?option=com_bes_contenidos; consultado diciembre 2020.
 19. Ridenhour B, Kowalik JM, Shay DK El número reproductivo básico (R_0): consideraciones para su aplicación en la salud pública. *American Journal of Public Health*, Supplement 6, 2018; 108.
 20. Ministerio de Salud. Definición de casos sospechoso. En: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/definicion-de-caso>; consultado diciembre 2020.
 21. Centers for Disease Control, USA. Duration of isolation and precautions for adults with COVID-19. En: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/duration-isolation.html>; consultado diciembre 2020.
 22. Tillett RL, Sevinsky JR, Hartley PD, et al. Genomic evidence for reinfection with SARS-CoV-2: a case study. *Lancet Infect Dis* 2021; 21: 52-8.
 23. Hoon Baang J, Smith C, Mirabelli C, et al. Prolonged SARS-CoV-2 replication in an immunocompromised patient. *J Inf Dis* 2020; jiaa666. doi: 10.1093/infdis/jiaa666. Online ahead of print.
 24. George PM, Barrat SL, Condliffe R, et al. Respiratory follow-up of patients with COVID-19 pneumonia. *Thorax* 2020; 75: 1009-16.
 25. Ong K-C, Ng AW-K, Lee LS-U, et al. Pulmonary and exercise capacity in survivors of severe acute respiratory syndrome. *Eur Res J* 2004; 24: 436-42.
 26. Zhao Y, Shang Y, Song W, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *E Clinical Medicine* 2020; 25: 100463.
 27. Kinloch NN, Ritchie G, Brumme CJ, et al. Suboptimal biological sampling as a probable cause of false-negative COVID-19 diagnostic test results. *J Inf Dis* 2020; 222: 899-902.
 28. Inicio o reinicio del reclutamiento de personas sanas para estudios de farmacología clínica. En: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/inicio-o-reinicio-del-reclutamiento-de-personas-sanas-para-estudios-de-farmacologia-1>; consultado diciembre 2020.
 29. Tellier R. Aerosol transmission of influenza A virus: a review of new studies. *J R Soc Interface* 2009; 6:S783-90.
 30. Brusasco V, Crapo R, Viegi G, et al. ATS/ERS Task Force: Standardization of Lung Function Testing: general considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26: 153-61.
 31. Tran K, Cimon K, Severn M, et al. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: A Systematic Review. *PLoS ONE* 2012; 7: e35797.
 32. Bourouiba L, Hu DL, Levy R. Surface-tension phenomena in organismal biology: an introduction to the symposium. *Integr Comp Biol* 2014; 54:955-8.
 33. Bourouiba L. Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions: potential implications for reducing transmission of COVID-19. *JAMA* 2020; 323: 1837-8.
 34. Kendrick AH, Johns DP, Leeming JP. Infection control of lung function equipment: a practical approach. *Respir Med* 2003; 97: 1163-79.
 35. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26: 153-61.
 36. Enright P. Body plethysmography is not helpful for COPD diagnosis, Determination of severity, phenotyping, nor response to therapy. *COPD* 2015; 12: 595-7.
 37. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-7.
 38. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society/ American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2012; 44: 1428-46.
 39. Amirav I, Newhouse MT. Transmission of coronavirus by nebulizer: a serious, underappreciated risk. *CMAJ* 2020; 192:E346.
 40. Comunicado Capítulo Argentino ASHRAE/AADAIH. En: <https://ashraeargentina.com/wp-content/uploads/Comunicado-ASHRAE-Argentina-21102020.pdf>; consultado diciembre 2020.

41. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382: 1564-7.
42. Magurano F, Baggieri M, Marchi A, et al. SARS-CoV-2 infection: the environmental endurance of the virus can be influenced by the increase of temperature. *Clin Microbiol Infect* 2020. S1198-743X(20)30688-1. doi: 10.1016/j.cmi.2020.10.034.
43. CDC Guidance for cleaning and disinfecting. CS316485C September 16, 2020 10:42 AM. En: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019ncov/community/pdf/Reopening_America_Guidance.pdf; consultado diciembre 2020.
44. Ren SY, Wang WB, Hao YG, et al. Stability and infectivity of coronaviruses in inanimate environments. *World J Clin Cases* 2020; 8: 1391-9.
45. Protocolo de manejo de individuos que requieran consulta ambulatoria programada en el contexto de la pandemia Covid-19 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. En: <https://www.buenosaires.gob.ar/coronavirus/protocolo-de-manejo-frente-casos-confirmados-y-sospechosos-de-coronavirus-covid-19-2>; consultado diciembre 2020.
46. Buenos Aires Ciudad. Protocolo para la atención odontológica de urgencia. En: <https://www.buenosaires.gob.ar/coronavirus/protocolos-coronavirus-covid-19/protocolo-de-manejo-de-individuos-que-requieren-atencion>; consultado diciembre 2020.
47. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning. En: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-ventilation-and-air-conditioning>; consultado diciembre 2020.
48. Asadi S, Wexler AS, Cappa CD, Barreda S, Bouvier NM, Ristenpart WD. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci Rep* 2019; 9: 2348.
49. Hazaleus RE, Cole J, Berdischewsky M. Tuberculosis skin test conversion from exposure to contaminated pulmonary function testing apparatus. *Respir Care* 1981; 26: 53-5.
50. Gough J, Kraak WAG, Anderson EC, Nichols WW, Slack MPE, McGhie D. Cross-infection by nonencapsulated *Haemophilus influenzae*. *Lancet* 1990; 336: 159-60.
51. Zhang Y. High justification for universal stringent precautions in lung function testing. *Respir Med* 2005; 99: 1064-6.
52. ANMAT informa. Acerca de las cabinas sanitizantes o túneles de desinfección. En: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/acerca-de-las-cabinas-sanitizantes-o-tuneles-de-desinfeccion>; consultado diciembre 2020.
53. Buenos Aires Ciudad. Recomendaciones para el uso de los equipos de protección personal (EPP). En: <https://www.buenosaires.gob.ar/coronavirus/protocolos-coronavirus-covid-19/recomendaciones-para-el-uso-de-los-equipos-de-proteccion>; consultado diciembre 2020.
54. Recomendaciones para el uso de los EPP del Ministerio de Salud de la Nación. En: <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/recomendaciones-uso-epp>; consultado diciembre 2020.
55. Arce SC, Baldasaria RA, Brea Folco JC, Rodríguez Moncalvo JJ. Bioseguridad y prevención de infecciones cruzadas durante la realización de estudios de función pulmonar. *Rev Am Med Respir* 2020; Supl. Especial Covid-19: 25-31.
56. Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient. *JAMA* 2020; 323: 1610-12.
57. Ministerio de Salud de la Nación. COVID-19. Limpieza y Desinfección del Material Sanitario, Superficies y Ambientes. En: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001899cnt-covid-19-recomendaciones-limpieza-desinfeccion.pdf>; consultado diciembre 2020.
58. Burgos Rincón F, Martínez Llorens J, Cordovilla Pérez R. Impact of the COVID-19 pandemic on lung function laboratories: considerations for "today" and the "day after". *Arch Bronconeumol* 2020; 56: 611-2.
59. Sylvester KP, Clayton N, Cliff I, et al. ARTP statement on pulmonary function testing 2020. *BMJ Open Respir Res* 2020; 7:e000575.