

Rehabilitación pulmonar y física en pacientes con secuelas pos-COVID

Pulmonary and Physical Rehabilitation in Patients with Post-COVID-19 Sequelae

Cristihian Gabriel Marín-Ortega^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-8379-1941>

¹Hospital Dr. Domingo Guzmán Lander. Barcelona, Anzoátegui, Venezuela.

*Autor para la correspondencia: cgmarinortega@gmail.com

RESUMEN

La pandemia de COVID-19 ha dejado secuelas persistentes como fatiga y disnea que afectan la calidad de vida, y en las que la rehabilitación pulmonar y física es clave para mejorar la función y autonomía. La revisión tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la rehabilitación pulmonar y física, así como ofrecer recomendaciones basadas en evidencias para optimizar el manejo del paciente pos-COVID. La metodología del estudio se basó en una revisión sistemática realizada según las directrices PRISMA, se identificaron y analizaron estudios en las bases de datos PubMed, Scopus y SciELO, aplicando criterios de inclusión/exclusión y evaluando la calidad metodológica con las herramientas Cochrane Risk of Bias y GRADE. Del total de registros localizados, se incluyeron finalmente 51 estudios para el análisis, lo que permitió concluir que estos programas de rehabilitación, particularmente aquellos personalizados que incorporan ejercicios respiratorios y aeróbicos, resultan eficaces para mejorar significativamente la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes, al reducir la disnea y aumentar la capacidad física, siendo, por tanto, clave para su recuperación integral.

Palabras clave: COVID; fisioterapia respiratoria; rehabilitación física; SARS-CoV-2.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has left persistent sequelae such as fatigue and dyspnea that affect quality of life, and for which pulmonary and physical rehabilitation are key to

improving function and autonomy. The review aimed to evaluate the effectiveness of pulmonary and physical rehabilitation, as well as to offer evidence-based recommendations to optimize the management of post-COVID-19 patients. The study methodology was based on a systematic review conducted according to PRISMA guidelines. Studies were identified and analyzed in PubMed, Scopus, and SciELO databases, applying inclusion/exclusion criteria and assessing methodological quality using the Cochrane Risk of Bias and GRADE tools. Fifty-one studies were ultimately included for analysis out of the total records located, leading to the conclusion that these rehabilitation programs, particularly those tailored to incorporate respiratory and aerobic exercises, are effective in significantly improving patients' quality of life and functionality by reducing dyspnea and increasing physical capacity, and are therefore key to their full recovery.

Keywords: COVID; respiratory physiotherapy; physical rehabilitation; SARS-CoV-2.

Recibido: 14/06/2025

Aceptado: 09/08/2025

Introducción

La pandemia de COVID-19 causada por el virus SARS-CoV-2 ha dejado una huella profunda en la salud global, no solo por su alta tasa de contagio y mortalidad, sino también por las secuelas persistentes que afectan a un porcentaje significativo de los pacientes recuperados. Estas secuelas agrupadas bajo el término síndrome pos-COVID o COVID prolongado incluyen una amplia gama de síntomas que pueden persistir semanas o incluso meses después de la fase aguda de la infección. Entre las manifestaciones más comunes destacan la disnea, la fatiga crónica, la debilidad muscular y la disminución de la capacidad física, las cuales tienen un impacto considerable en la calidad de vida de los afectados. En particular las alteraciones pulmonares, como la fibrosis intersticial y la reducción de la capacidad respiratoria y que representan uno de los desafíos más importantes en la recuperación de estos pacientes.^(1,2)

Dada la naturaleza multisistémica del síndrome pos-COVID, la rehabilitación integral se ha posicionado como una estrategia clave para mitigar sus efectos.

La rehabilitación pulmonar y física emerge como un pilar fundamental en este proceso, al no solo buscar restaurar la función respiratoria y muscular, sino también en mejorar la capacidad funcional y la autonomía de los pacientes. Programas estructurados que combinan ejercicios respiratorios, entrenamiento aeróbico y fortalecimiento muscular han demostrado ser efectivos en otras enfermedades crónicas y sugieren un potencial similar en el contexto pos-COVID. Sin embargo, la evidencia sobre su aplicación específica en esta población aún está en desarrollo, y es necesario consolidar los hallazgos existentes para guiar la práctica clínica.^(3,4)

En este contexto, su revisión sistemática tiene como objetivo sintetizar la evidencia disponible sobre la efectividad de la rehabilitación pulmonar y física en pacientes con secuelas pos-COVID. A través de un análisis crítico de la literatura, que busca identificar las intervenciones más efectivas, evaluar su impacto en la función pulmonar y física, y proporcionar recomendaciones basadas en la evidencia para optimizar el manejo de estos pacientes convirtiéndose en una herramienta para orientar a los profesionales de la salud en la implementación de programas de rehabilitación adaptados a las necesidades específicas de esta población.

Métodos

Para llevar a cabo la revisión sistemática, se siguió una metodología basada en las directrices PRISMA (por sus siglas en inglés de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), con el fin de garantizar la exhaustividad y la calidad del proceso de selección, evaluación y síntesis de la evidencia disponible.

Para la inclusión de los diferentes estudios en la revisión se tuvo como criterios de selección, la de aquellos que cumplieron con:

Criterios de inclusión:

- Población: Pacientes adultos y pediátricos diagnosticados con SARS-CoV-2 que presentaron secuelas pulmonares y/o físicas pos-COVID.
- Intervención: Programas de rehabilitación pulmonar y/o física, ya sea de manera

- aislada o combinada con otras intervenciones.
- Resultados: Medidas de mejora en la función pulmonar (capacidad respiratoria, volumen pulmonar, etc.), capacidad física (fuerza muscular, resistencia, movilidad) y calidad de vida.
- Diseño del estudio: Ensayos clínicos aleatorizados, estudios observacionales, cohortes prospectivas y revisiones sistemáticas publicadas en revistas revisadas por pares.
- Idioma: Estudios publicados en inglés, español o portugués.
- Periodo de publicación: Estudios publicados desde diciembre de 2019 hasta la fecha de la búsqueda.

Criterios de exclusión:

- Estudios que no cumplieron con los criterios anteriores, así como artículos de opinión, cartas al editor, estudios de caso único y publicaciones sin revisión por pares.
- Estudios que no proporcionaron datos cuantitativos o cualitativos relevantes para los objetivos de la revisión.

Bases de datos utilizadas. La búsqueda de la literatura se realizó en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Scielo. Adicionalmente, se realizó una búsqueda manual en las listas de referencias de los estudios seleccionados para identificar publicaciones adicionales que pudieran haber sido omitidas en la búsqueda inicial.

Estrategia de búsqueda. Se diseñó una estrategia de búsqueda utilizando una combinación de términos MeSH (*Medical Subject Headings*) y palabras clave relacionadas con el tema.

Las ecuaciones de búsqueda incluyeron términos como:

- *Pos-COVID syndrome* OR *Long COVID* OR *Post-acute COVID-19*
- *Pulmonary rehabilitation* OR *Respiratory rehabilitation*
- *Physical rehabilitation* OR *Exercise therapy* OR *Physical therapy*
- *Lung function* OR *Respiratory function*
- *Fatigue* OR *Dyspnea* OR *Muscle weakness*

Estos términos se combinaron con operadores booleanos (AND, OR) para refinar los resultados. Ej., en PubMed se utilizó la ecuación (Pos-COVID syndrome OR Long COVID) AND (Pulmonary rehabilitation OR Physical rehabilitation) AND (Lung function OR Exercise capacity).

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante herramientas específicas según su diseño como:

- *Cochrane Risk of Bias Tool* para ensayos clínicos aleatorizados.
- Escala *Newcastle-Ottawa Scale* (NOS) para estudios observacionales.
- AMSTAR-2 para revisiones sistemáticas.

Mientras que la calidad general de la evidencia se determinó con el uso del sistema GRADE (por sus siglas en inglés de *Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluations*), el cual clasifica la evidencia en alta, moderada, baja o muy baja en función de criterios como el riesgo de sesgo, la consistencia de los resultados y la precisión de las estimaciones.

Extracción y síntesis de datos. El proceso de extracción de datos se llevó a cabo de forma independiente mediante una plantilla estandarizada que recopiló información relevante, incluyendo datos generales del estudio (autor, año, país, diseño), características de la población (tamaño muestral, edad, gravedad del COVID-19), detalles de la intervención (tipo de rehabilitación, duración, frecuencia), resultados principales (mejoras en función pulmonar, capacidad física y calidad de vida), así como conclusiones y limitaciones del estudio, los cuales se sintetizaron narrativamente agrupando los hallazgos según el tipo de intervención y los resultados evaluados.

Resultados

Se identificaron un total de 590 registros en bases de datos académicas. Adicionalmente, se localizaron 14 registros a través de otras fuentes, como repositorios institucionales y búsquedas manuales en listas de referencias, lo que

resultó en un conjunto inicial de 604 registros. Tras la eliminación de duplicados y la aplicación de criterios de exclusión preliminares se procedió a examinar 280 registros en función de su título y resumen.

De estos, 187 registros fueron excluidos por no cumplir con los criterios de elegibilidad establecidos, tales como relevancia temática, diseño del estudio o población de interés. Los 93 registros restantes fueron sometidos a una evaluación detallada de su texto completo. Durante esta fase, se rechazaron 42 registros debido a la falta de cumplimiento de los criterios de inclusión, como metodología inadecuada, datos insuficientes o resultados no pertinentes.

Tras este proceso de cribado se incluyeron 51 registros que cumplieron con todos los criterios de elegibilidad y aportaron evidencia relevante para la revisión sistemática. Estos estudios constituyen la base para el análisis y síntesis de la evidencia en el marco de la investigación.

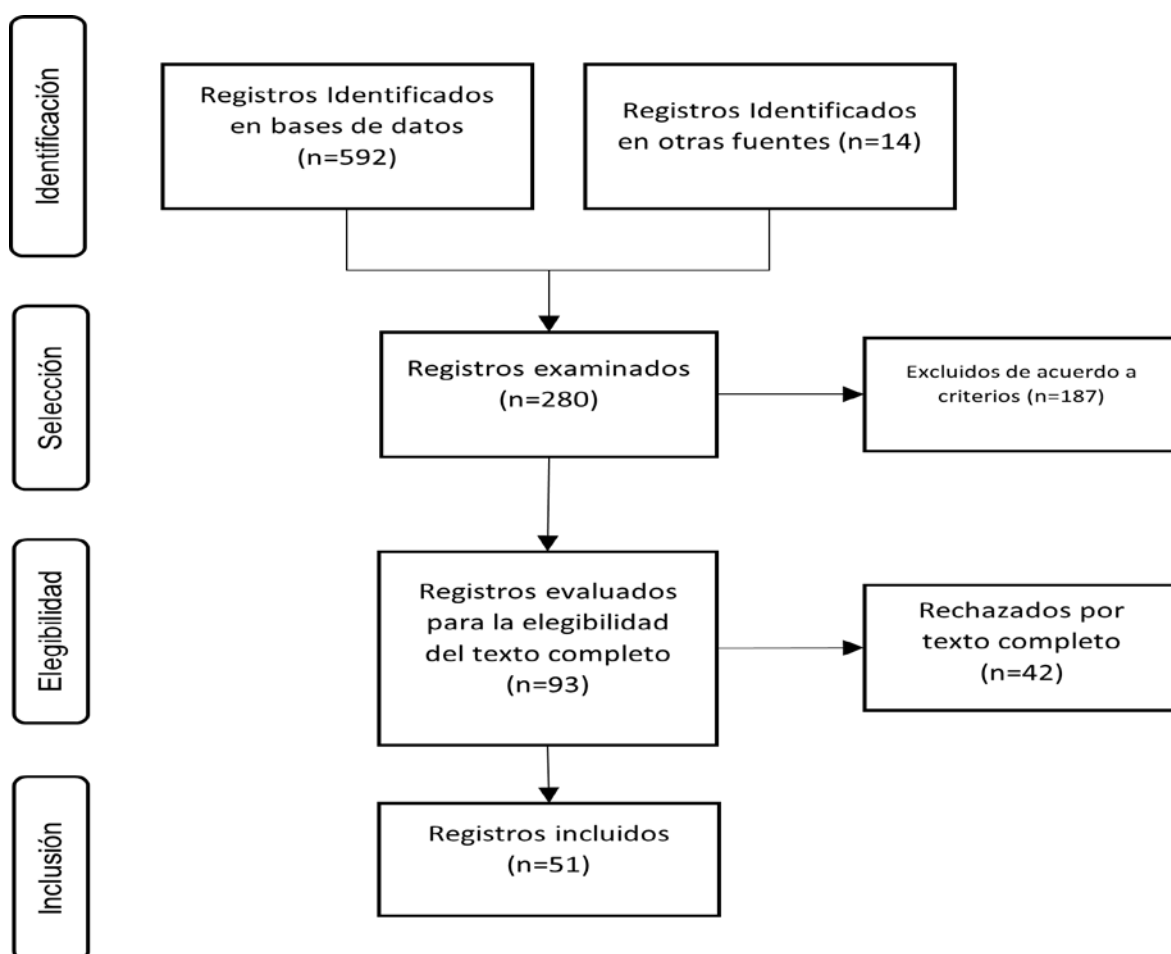


Fig. 1 - Diagrama PRISMA.

Mecanismos fisiopatológicos del daño pulmonar pos-COVID

Durante la fase aguda de la infección, el SARS-CoV-2 ingresa a las células alveolares tipo II a través del receptor ACE2, lo que desencadena una cascada inflamatoria caracterizada por la liberación de citocinas proinflamatorias como IL-6, TNF- α e IL-1 β . Esta "tormenta de citocinas" no solo contribuye al daño alveolar directo, sino que también activa fibroblastos y promueve la deposición de matriz extracelular, conduciendo a la fibrosis pulmonar.^(5,6,7)

La fibrosis pulmonar pos-COVID se caracteriza por la formación de tejido cicatricial en el intersticio pulmonar, lo que reduce la distensibilidad pulmonar y compromete el intercambio gaseoso. Estudios histopatológicos han demostrado la presencia de patrones de neumonía organizativa y fibrosis intersticial en pacientes recuperados de COVID-19, incluso en aquellos que no requirieron ventilación mecánica. Además, la inflamación persistente y la activación de vías profibróticas, como el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), perpetúan el daño tisular y dificultan la regeneración pulmonar.^(8,9)

Otro mecanismo implicado es la disfunción endotelial y la microtrombosis, las que contribuyen a la isquemia tisular y al remodelado vascular pulmonar. Estos cambios estructurales y funcionales explican la persistencia de síntomas como la disnea y la reducción de la capacidad pulmonar en pacientes con COVID prolongado.^(5,7)

La fibrosis pulmonar pos-COVID surge de la destrucción del epitelio alveolar y la formación de focos de miofibroblastos activos, proceso mediado por la tormenta de citocinas proinflamatorias (TGF- β , TNF- α , IL-1 β , IL-6) que estimulan la proliferación fibroblástica y la deposición de matriz extracelular.^(5,6)

Los estudios histopatológicos demuestran similitudes con la fibrosis pulmonar idiopática, incluyendo:

- Activación persistente de células epiteliales alveolares tipo II (AT2).
- Senescencia celular inducida por estrés oxidativo.
- Patrones de expresión génica compartidos en vías de señalización de TNF y NF- κ B.⁽⁶⁾

La transición epitelio-mesenquimal (EMT) y endotelio-mesenquimal (EndMT) juegan roles clave, transformando células estructurales en fenotipos profibróticos mediante

la regulación de TGF- β 1.⁽⁶⁾

La ventilación mecánica y la terapia con oxígeno de alto flujo exacerban el daño mediante:

- Producción de especies reactivas de oxígeno (ROS)
- Barotrauma con ruptura de la barrera alveolocapilar
- Activación de metaloproteinasas matriciales^(6,7)

Alteraciones en la capacidad física y muscular

El SARS-CoV-2 puede causar daño muscular directo a través de la invasión de las células musculares, lo que desencadena un proceso inflamatorio local conocido como miositis. Este fenómeno se ve exacerbado por la liberación masiva de citoquinas proinflamatorias, como la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-1 beta (IL-1 β), que caracterizan la tormenta de citoquinas observada en la fase aguda de la COVID-19. Estas moléculas no solo perpetúan la inflamación, sino que también inducen estrés oxidativo, dañando las fibras musculares y alterando la función mitocondrial, lo que resulta en una producción deficiente de energía y fatiga persistente.⁽⁶⁾

La disfunción mitocondrial juega un papel central en estas alteraciones. Las mitocondrias, responsables de la generación de ATP ven comprometida su eficiencia debido a la inflamación sostenida y al daño celular y conduce a un metabolismo energético deficiente, lo que se traduce en debilidad muscular y una marcada intolerancia al esfuerzo físico. A nivel celular, este fenómeno se manifiesta como una incapacidad para mantener la homeostasis energética, especialmente durante actividades que demandan un alto consumo de oxígeno (tabla 1).^(5,6)

El desacondicionamiento físico derivado de la inmovilidad prolongada durante la fase aguda de la enfermedad contribuye significativamente a la pérdida de masa muscular y fuerza. La atrofia por desuso, acompañada de una reducción en la síntesis de proteínas musculares agrava la debilidad y limita la capacidad funcional. Este proceso se ve potenciado por la sarcopenia, una condición común en pacientes que han experimentado hospitalización prolongada o reposo en cama.⁽¹⁰⁾

El SARS-CoV-2 puede inducir neuropatía periférica afectando la transmisión de señales nerviosas a los músculos y generando debilidad y fatiga. Asimismo, la

disfunción del sistema nervioso autónomo manifestada como síndrome de taquicardia ortostática postural (POTS), limita la capacidad física debido a la intolerancia ortostática y a la inestabilidad cardiovascular durante el ejercicio.⁽¹⁾

La fatiga crónica y el síndrome de fatiga posviral similares a la encefalomiелitis miálgica se asocian con una activación inmune persistente y una disfunción del sistema nervioso central, lo que perpetúa los síntomas.^(1,3,4)

Finalmente, los factores psicológicos y cognitivos, como la ansiedad, la depresión y la "niebla mental", influyen en la percepción de fatiga y reducen la motivación para realizar actividad física. Estos elementos, sumados a las alteraciones metabólicas como la resistencia a la insulina y la desnutrición, completan un cuadro fisiopatológico complejo que requiere un abordaje integral.⁽¹⁾

Tabla 1 - Características musculares

Parámetros	Hallazgos	Consecuencias funcionales
Composición fibrilar	↑ Fibras glucolíticas tipo IIX (56% vs 28% en controles)	↓ Resistencia a la fatiga
Mitocondrias	↓ Capacidad oxidativa (Δ -32% vs controles, $p < 0.01$)	Limitación metabólica
Regeneración	↑ Fibras centro nucleadas (19.3% vs 4.1%)	Debilidad muscular progresiva ⁽⁵⁾

El malestar posterior al esfuerzo (PEM) se asocia con:

- Acumulación de depósitos amiloides intramusculares posejercicio.
- Reducción aguda de la actividad de la enzima succinato deshidrogenasa (Δ -24 %, $p = 0,03$).
- Necrosis focal y respuesta regenerativa exacerbada.⁽⁵⁾

Estudios acelerométricos demuestran que el PEM reduce significativamente la actividad física moderada-vigorosa ($\beta = -12,4$ min/día, $p = 0,004$) y el conteo de pasos diarios ($\beta = -1,832$ pasos, $p < 0.001$).⁽⁸⁾

La inflamación crónica de bajo grado caracterizada por niveles elevados de citocinas proinflamatorias afecta la función mitocondrial y la síntesis de proteínas musculares, lo que resulta en atrofia y fatiga muscular. Además, la hipoxia intermitente durante la fase aguda de la enfermedad puede exacerbar el daño muscular y reducir la capacidad oxidativa de las fibras musculares tipo I, esenciales para la resistencia física.

Impacto de la disnea y fatiga en la calidad de vida

La triada sintomática (disnea-fatiga-PEM) genera un deterioro multifactorial debido a:
Mecanismos de disnea persistente por:

- Alteración en el reclutamiento capilar pulmonar ($\downarrow$ DLCO/VA en 58 % casos).
- Atrapamiento aéreo regional ($\uparrow$ 15-23 % en TC dinámico).
- Desacople ventilación-perfusión por daño endotelial residual.^(6,7)

Consecuencias funcionales:

- Disminución del 34 % en distancia recorrida en prueba de 6 minutos.
- $\uparrow$ 2.8 segundos en tiempo de levantamiento-sedestación (30-s CST).
- Correlación entre fatiga y $\downarrow$ actividad física ligera ($\rho = -0,41$, $p = 0,007$).⁽⁸⁾

El modelo fisiopatológico integrado sugiere un círculo vicioso, en el cual la limitación física induce desacondicionamiento, la que a su vez exacerba los síntomas afectando dimensiones psicosociales y ocupacionales. Los estudios longitudinales destacan la persistencia de síntomas en > 50 % de pacientes a 12 meses pos-COVID independientemente de la gravedad inicial.

Mientras que otras investigaciones⁽¹⁰⁾ han demostrado que hasta el 40 % de los pacientes recuperados experimentan disnea persistente incluso en ausencia de anomalías radiológicas evidentes. Este síntoma limita las actividades diarias y reduce la participación social, lo que contribuye al deterioro de la salud mental.

Por otro lado, la fatiga crónica, que afecta a más del 50 % de los pacientes con COVID prolongado se asocia con alteraciones en el sistema nervioso central, incluyendo la disfunción del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y la neuroinflamación. La fatiga no solo reduce la capacidad para realizar actividades físicas, sino que también afecta la concentración, la memoria y el bienestar emocional.⁽¹⁰⁾

La combinación de disnea y fatiga crea un círculo vicioso de inactividad física, desacondicionamiento y deterioro funcional, lo que exacerba las comorbilidades preexistentes y aumenta el riesgo de depresión y ansiedad.⁽¹⁾

Enfoques de rehabilitación pulmonar

La rehabilitación pulmonar constituye una intervención multidisciplinaria basada en

evidencia científica, diseñada para optimizar la función respiratoria y la calidad de vida en pacientes con enfermedades crónicas.⁽²⁾

Ejercicios respiratorios

Los ejercicios respiratorios son fundamentales para contrarrestar la disnea, mejorar la mecánica ventilatoria y aumentar la tolerancia al esfuerzo.^(2,3)

Entre las técnicas validadas se incluyen:

- Respiración con labios fruncidos. Técnica que implica inspirar por la nariz (2 segundos) y exhalar lentamente por labios semicerrados (4-6 segundos). Reduce la frecuencia respiratoria, mejora la oxigenación y disminuye la hiperinsuflación dinámica en EPOC. Su aplicación durante el ejercicio físico previene el colapso de las vías aéreas.
- Respiración diafragmática. Requiere decúbito supino, se debe inspirar profundamente, permitiendo que el abdomen se expanda, mientras que la caja torácica permanece relativamente quieta. Incrementa la ventilación basal pulmonar y reduce el trabajo respiratorio, con mejorías documentadas en el volumen espiratorio forzado (FEV₁) en hasta 15 % tras programas de 8 semanas.^(3,4)
- Ejercicios de expansión torácica. Incluyen inspiraciones máximas sostenidas con pausas de 3-5 segundos, seguidas de espiraciones pasivas. Un estudio demostró incrementos de 9-17.5 metros en la prueba de marcha de 6 minutos tras tres semanas de aplicación.
- Entrenamiento muscular inspiratorio. El uso de dispositivos de resistencia progresiva (*Threshold* IMT) aumenta la fuerza de los músculos inspiratorios. Revisiones sistemáticas reportan mejorías de 20-30 % en la presión inspiratoria máxima (MIP) asociadas a reducción de disnea.^(11,12)

La evidencia corrobora que programas ≥ 8 semanas con sesiones diarias de 30 minutos producen mejorías clínicamente relevantes en capacidad funcional ($\uparrow 15$ -30 % en 6MWT [6-Minute Walk Test]) y calidad de vida ($\downarrow 4$ -6 puntos en SGRQ [por sus siglas en inglés de *St. George's Respiratory Questionnaire*]).^(11,13)

Espirometría incentivada

La espirometría incentivada (EI)^(13,14) emplea retroalimentación visual para guiar inspiraciones lentas y profundas (volumen corriente >10 mL/kg), demostrando utilidad en:

- Prevención de atelectasias postquirúrgicas: Aunque revisiones Cochrane evidencian beneficios modestos (RR 0.69 para complicaciones pulmonares), sigue siendo parte de pautas postoperatorias.
- Rehabilitación en enfermedades restrictivas: En fibrosis pulmonar, mejora la capacidad inspiratoria ($\uparrow$ 12 %) al movilizar volúmenes corrientes submáximos.
- Entrenamiento de músculos accesorios: Programas de 3 semanas con EI incrementan la fuerza de intercostales y esternocleidomastoideos ($p < 0,05$ vs. controles).

Uso del dispositivo:

- Entregue al paciente el espirómetro incentivador y asegúrese de que lo sostenga correctamente.
- Indique al paciente que exhale completamente hasta alcanzar el volumen residual.
- A continuación, instruya al paciente para que realice una inspiración lenta y profunda a través del dispositivo, manteniendo un flujo constante y sostenido.
- El objetivo es alcanzar el mayor volumen inspiratorio posible, lo que se reflejará en el desplazamiento de un indicador o bola dentro del dispositivo.
- Solicite al paciente que repita el proceso entre 5 y 10 veces por sesión, con pausas breves entre cada inspiración para evitar la fatiga.
- Monitoree la técnica para asegurar que se realice correctamente y ajuste el dispositivo según la capacidad pulmonar del paciente.
- Registre los volúmenes alcanzados para evaluar la progresión y efectividad de la técnica.
- Su eficacia se potencia al combinarse con técnicas de expansión pulmonar como:
 - Drenaje autógeno: Posiciones específicas + ciclos de respiración diafragmática
 - Vibración manual torácica: Aplicada durante la espiración para movilizar secreciones.

Un ensayo controlado en 257 pacientes demostró que esta combinación reduce exacerbaciones en 38% comparado con El aislada.

- Oxigenoterapia. La suplementación de O₂ durante el entrenamiento sigue siendo controvertida. Guías actuales recomiendan:
- Oxigenoterapia continua (SpO₂ < 88 % en reposo): Mejora la participación en programas al aumentar la tolerancia al ejercicio (↑1,5 METs en prueba cardiopulmonar).
- Oxígeno transtraqueal en hipoxemia refractaria: Reduce el espacio muerto anatómico, permitiendo incrementar la carga de trabajo en 20-25 %.
- Oxígeno pulsado durante ejercicio: Eficaz para mantener SpO₂ > 90 % sin sobrecarga de flujos (estudio EFRAM con 89 pacientes).⁽¹⁴⁾

Contrariamente, en pacientes sin hipoxemia basal, el O₂ suplementario no muestra beneficios en capacidad funcional y podría enmascarar síntomas de sobre-esfuerzo.

Dispositivos de presión positiva (CPAP/BiPAP)

La ventilación no invasiva (VNI)^(12,14) ha emergido como coadyuvante en la rehabilitación de secuelas respiratorias pos-COVID, particularmente en:

- Síndrome de distrés respiratorio subagudo: CPAP nocturno (8-10 cmH₂O) mejora la relación ventilación/perfusión, aumentando la PaO₂/FiO₂ en 35-50 mmHg tras cuatro semanas.
- Reentrenamiento diafragmático: Modos BiPAP con soporte inspiratorio (PS 8-12 cmH₂O) contrarrestan la disfunción diafragmática persistente, mostrando mejorías en presión transdiafragmática (Pdi) de 12 cmH₂O.
- Prevención de colapso de vías aéreas: Presiones espiratorias (EPAP 4-6 cmH₂O) durante ejercicio mantienen la capacidad residual funcional, permitiendo incrementar la duración del entrenamiento en 15-20 minutos.

Estudios observacionales reportan que la VNI intrasesión acelera la recuperación funcional (↑18 % en 6 MWT vs. rehabilitación estándar), aunque se requieren ensayos controlados para establecer protocolos óptimos.^(3,4)

Uso de dispositivos de presión positiva

Evaluación y preparación del paciente:

- Realice una evaluación clínica completa del paciente para determinar la indicación del dispositivo (CPAP o BiPAP), considerando parámetros como la saturación de oxígeno, la frecuencia respiratoria, el nivel de conciencia y la presencia de trastornos respiratorios (apnea del sueño, insuficiencia respiratoria aguda o crónica).
- Seleccione el dispositivo adecuado según las necesidades del paciente: CPAP para mantener una presión constante durante todo el ciclo respiratorio, o BiPAP para proporcionar dos niveles de presión (inspiratoria y espiratoria).
- Explique al paciente el procedimiento, sus beneficios y posibles molestias, asegurando su cooperación y comodidad.

Configuración del dispositivo

Ajuste los parámetros del dispositivo según la prescripción médica:

- CPAP: Establezca un nivel de presión continua (generalmente entre 4 y 20 cm H₂O) que se mantendrá constante durante la inspiración y la espiración.
- BiPAP: Configure dos niveles de presión: IPAP (Presión Inspiratoria Positiva en la Vía Aérea) y EPAP (Presión Espiratoria Positiva en la Vía Aérea). La diferencia entre ambas presiones (presión de soporte) debe ser determinada según las necesidades ventilatorias del paciente.
- Ajuste la fracción inspiratoria de oxígeno (Fi O₂) si el dispositivo permite la administración de oxígeno suplementario.

Selección y colocación de la interfaz:

- Seleccione la interfaz adecuada según la anatomía y comodidad del paciente: mascarilla nasal, facial o almohadillas nasales.
- Asegúrese de que la interfaz se ajuste correctamente para evitar fugas de aire, pero sin generar presión excesiva sobre la piel que pueda causar lesiones.
- Utilice arneses o correas ajustables para fijar la mascarilla de manera segura y cómoda.

Inicio de la terapia:

- Conecte el dispositivo a la fuente de energía y enciéndalo.
- Coloque la interfaz en el paciente y ajuste las correas para garantizar un sellado adecuado.
- Inicie la terapia con los parámetros prescritos, monitoreando la respuesta del paciente y realizando ajustes si es necesario.

Monitoreo y ajustes durante la terapia:

- Supervise constantemente al paciente durante las primeras horas de uso
- para detectar posibles complicaciones, como intolerancia al dispositivo, fugas de aire, sequedad de las vías respiratorias o irritación cutánea.
- Monitoree los signos vitales, la saturación de oxígeno (SpO₂) y la frecuencia respiratoria para evaluar la efectividad de la terapia.
- Realice ajustes en los niveles de presión o en la interfaz según sea necesario para optimizar la comodidad y eficacia del tratamiento.

Finalización de la terapia:

- Al retirar el dispositivo, apáguelo y retire cuidadosamente la interfaz.
- Limpie y desinfecte la mascarilla y los componentes del dispositivo según las normas de higiene y prevención de infecciones.
- Evalúe al paciente para determinar si la terapia ha alcanzado los objetivos esperados (mejora de la oxigenación, reducción del trabajo respiratorio, etc.).

Enfoques de rehabilitación física

La rehabilitación física pos-COVID-19 requiere estrategias personalizadas basadas en evidencia científica para abordar las secuelas multisistémicas.^(12,13,14)

Programas de ejercicio aeróbico

Los protocolos de entrenamiento aeróbico demostraron mejorar la capacidad cardiorrespiratoria y reducir síntomas persistentes en pacientes con COVID-19 prolongado. Un estudio con 24 pacientes reveló que cuatro semanas de ciclismo

supervisado (12 sesiones) incrementaron tiempo de ejercicio máximo en un 28 % y el VO_2 pico en un 15%, junto con la reducción del 67,8 % en la sintomatología residual.⁽¹⁵⁾

Mecanismos de acción:

- Aumento del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) mediante adaptaciones mitocondriales y vasculares.
- Optimización del umbral anaeróbico, clave para actividades de la vida diaria.
- Modulación de marcadores inflamatorios asociados a la fatiga crónica.⁽¹⁶⁾
- Estudios comparativos muestran que los pacientes recuperados de COVID-19 requieren 2,3 veces más tiempo que los no infectados para alcanzar mejoras equivalentes en VO_{2max} , sugiriendo la necesidad de periodizar las cargas.

Para casos graves, se recomienda iniciar con intervalos de 1-2 minutos al 50 % FC reserva, progresando a protocolos HIIT (*High-Intensity Interval Training*) en fases subagudas (ver tabla 2).⁽¹⁷⁾

Tabla 2 - Parámetros efectivos

Modalidad	Intensidad	Frecuencia	Duración
Ciclismo	70-80% FC máxima	3×/semana	30-45 min
Caminata	Escala Borg 4-6/10	5×/semana	20-60 min

Diseño del programa

- Intensidad: Inicie con una intensidad baja a moderada (40-60% de la frecuencia cardíaca máxima o según la tolerancia del paciente).
- Duración: Comience con sesiones de 10-20 minutos, incrementando progresivamente hasta 30-45 minutos.
- Frecuencia: 3-5 sesiones por semana.
- Tipo de ejercicio: Caminata, ciclismo estacionario, natación o ejercicios en elíptica, adaptados a las capacidades del paciente.

Ejemplos de ejercicios:

- Caminata en cinta o al aire libre, manteniendo una conversación sin dificultad.
- Ciclismo estacionario a ritmo constante, con monitoreo de la SpO_2 .

- Ejercicios en elíptica con soporte de brazos para reducir la carga sobre el sistema respiratorio.

Entrenamiento de resistencia muscular contra la sarcopenia:

La pérdida muscular pos-COVID afecta al 68 % de pacientes hospitalizados, requiriendo intervenciones específicas.

Un metaanálisis⁽¹⁸⁾ de 13 ECA estableció que el entrenamiento resistido incrementa:

- Fuerza de prensión manual (+ 29 %, $g = 0,63$).
- Velocidad de marcha (+ 41 %, $g = 1,50$).
- Índice de masa muscular (+ 18 %, $g = 0,52$).

Protocolos óptimos:⁽¹⁹⁾

- Intensidad: 70-90% 1RM para ejercicios multiarticulares.
- Volumen: 2-3 series × 8-12 repeticiones, énfasis en fase excéntrica.
- Frecuencia: Mínimo tres días no consecutivos/semana.
- Herramientas: Mancuernas (efectividad superior en 23 % vs. bandas elásticas).

Los ejercicios excéntricos demostraron aumentar la síntesis proteica muscular en 1,8× vs. contracciones concéntricas, crucial para revertir la proteólisis inducida por citoquinas proinflamatorias. En casos de astenia severa, se recomienda combinar electroestimulación neuromuscular con cargas del 30-40 % 1RM.⁽²⁰⁾

Diseños de los programas

Diseño del programa

- Intensidad: Utilice cargas del 60-80 % de una repetición máxima (1RM) para ejercicios de fuerza.
- Series y Repeticiones: 2-3 series de 8-12 repeticiones por ejercicio.
- Frecuencia: 2-3 sesiones por semana, con al menos 48 h de descanso entre sesiones para el mismo grupo muscular.
- Tipo de ejercicio: Ejercicios con pesas, bandas elásticas o el propio peso corporal.

Ejemplos de ejercicios:

- Miembros inferiores: sentadillas, zancadas y elevaciones de talones.
- miembros superiores: flexiones de brazos (adaptadas), press de hombros con mancuernas y remo con bandas elásticas.
- Core: Planchas abdominales, puente de glúteos y rotaciones de tronco.

Ejercicios de flexibilidad y movilidad articular:⁽²¹⁾

La rigidez musculoesquelética posterior inmovilización requiere protocolos de estiramiento dosificados. Un ECA con 80 sujetos estableció que:

- 10 min/día de estiramientos incrementan ROM un 6,07 % ($d = 0,38$).
- 60 min/día elevan ROM hasta 16,39 % ($d = 1.27$).

Recomendaciones clínicas:

- Duración: Mínimo 10 min/día por grupo muscular
- Intensidad: Umbral previo al dolor (escala Borg 3/10)
- Técnicas:
 - Estiramientos estáticos mantenidos (30-60 seg.)
 - Liberación miofascial con rodillos de densidad media
 - Movilizaciones articulares pasivo-asistidas

En pacientes con neuropatías periféricas pos-COVID, la combinación de estiramientos dinámicos + vibración local (50 Hz) mejora propiocepción en el 34 % vs. métodos convencionales.^(21,22)

Diseño del programa

- Intensidad: Realice estiramientos suaves, sin dolor, hasta sentir una tensión moderada.
- Duración: Mantenga cada estiramiento durante 15-30 segundos.
- Frecuencia: 5-7 días por semana, integrando los ejercicios en la rutina diaria.
- Tipo de Ejercicio: Estiramientos estáticos, dinámicos y movilizaciones articulares.

Ejemplos de ejercicios:

- Estiramientos Estáticos: Estiramiento de isquiotibiales en posición sentada, estiramiento de cuádriceps de pie y estiramiento de hombros cruzando el brazo sobre el pecho.
- Movilizaciones Articulares: Círculos con los hombros, flexión y extensión de rodillas, y rotaciones de tobillos.
 - Ejercicios Dinámicos: Balanceos suaves de piernas y brazos, y movimientos de yoga como el saludo al sol (adaptado).

Adaptación de programas según gravedad de secuelas

La estratificación basada en criterios funcionales permite optimizar resultados (tabla 3).

Tabla 3 - Clasificación por severidad

Parámetros	Leve	Moderado	Severo
VO ₂ max	>85%	50-85%	<50%
Fuerza MMII	>80%	60-80%	<60%
Fatiga (escala FACIT)	<3/10	4-7/10	>7/10

Estrategias diferenciadas:

- Secuelas leves:
 - Entrenamiento concurrente (aeróbico + resistencia) 5x/semana
 - Ratio trabajo: descanso 1:1 en HIIT
- Secuelas moderadas:
 - Circuitos funcionales de ocho estaciones (30 seg/estación)
 - Uso de biofeedback para control de frecuencia cardíaca
- Secuelas graves:
 - Protocolo en tres fases:
 - o Fase aguda (0-4 semanas): Ejercicios isométricos + cicloergómetro sin carga
 - o Fase subaguda (5-12 semanas): Entrenamiento intermitente de baja carga
 - o Fase crónica (>12 semanas): Programas comunitarios supervisados

Los marcadores de progresión deben incluir evaluaciones cada cuatro semanas de:

- Test de marcha seis minutos (MCID = 25 m)
- Dinamometría manual (MCID = 5 kg)
- Escala de Borg modificada para disnea/fatiga

Consideraciones especiales:

- En pacientes con miocarditis residual: limitar intensidad aeróbica a <60 % FC máxima hasta semana 12.
- Para disautonomías: priorizar ejercicios en decúbito durante primeras ocho semanas.^(23,24)

En la revisión sistemática realizada la evidencia sugiere que programas de rehabilitación que incluyan entrenamiento de la musculatura respiratoria, ejercicios aeróbicos y de fortalecimiento muscular contribuyen significativamente a la recuperación de la función pulmonar, reducen la disnea, mejoran la capacidad para realizar ejercicio, disminuyen los reingresos hospitalarios y mejoran la autonomía en las actividades diarias.

La implementación de técnicas de fisioterapia respiratoria, adaptadas a las necesidades individuales de cada paciente resultan fundamentales para abordar las secuelas respiratorias y físicas asociadas a la infección con impacto positivo en la función respiratoria y la calidad de vida del paciente.

Referencias bibliográficas

1. Al Rasheed M, Al-Aqeel S, Aboheimed G, AlRasheed N, Abanmy N, Alhamid G, *et al.* Quality of life, fatigue, and physical symptoms pos-COVID-19 condition: A cross-sectional comparative study. *Healthcare*. 2023;11(11):1660. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare11111660>
2. Davis H, Mc Corkell L, Vogel J, Topol E. Long COVID: Major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol*. 2023;21:133-46. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00846-2>

3. Holland A, Cox N, Houchen P, Rochester C, Garvey C, ZuWlack R, *et al.* Defining modern pulmonary rehabilitation: An official American Thoracic Society workshop report. *Ann Am Thorac Soc.* 2021;18(5):e12-29. DOI: <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202102-146ST>
4. Zampogna E, Paneroni M, Belli S, Aliani M, Gandolfo A, Visca D, *et al.* Pulmonary rehabilitation in patients recovering from COVID-19. *Respiration.* 2021;100(5):416-22. DOI: <https://doi.org/10.1159/000514387>
5. Febrina N, Yovi I. Long COVID-19: Multidisciplinary approach and pulmonary fibrosis sequelae. *Respir Sci.* 2024;4(3):209-20. DOI: <https://doi.org/10.36497/respirsci.v4i3.140>
6. Bergantini L, Mainardi A, d'Alessandro M, Cameli P, Bennett D, Barbagli E, *et al.* Common molecular pathways between pos-COVID-19 syndrome and lung fibrosis: A scoping review. *F. Pharmac.* 2022;13:7489-31 DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.748931>
7. Radovanovic D, D'Angelo E. Lung pathophysiology in patients with long COVID-19: One size definitely does not fit all. *ERJ Open Res.* 2023;9(2):000522023 DOI: <https://doi.org/10.1183/23120541.00052-2023>
8. Alrajhi N. Pos-COVID-19 pulmonary fibrosis: An ongoing concern. *Ann Thorac Med.* 2023; 18(4):173-81 DOI: [10.4103/atm.atm_7_23](https://doi.org/10.4103/atm.atm_7_23)
9. Duong S, Vo T, Tran Q, Huyng T, Vo T, Vutran Q, *et al.* Pos-COVID-19 pulmonary fibrosis: Facts-challenges and futures: A narrative review. *Pulm Ther.* 2023;9(3):295-307 DOI: <https://doi.org/10.1007/s41030-023-00226-y>
10. de Oliveira J, de Ávila R, de Oliveira N, Severino N, Botelho M, Araújo F, *et al.* Persistent symptoms, quality of life, and risk factors in long COVID: A cross-sectional study of hospitalized patients in Brazil. *Int J Infect Dis.* 2022;122:1044-51 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2022.07.063>
11. Ranque B, Garner P, Allenbach Y, Hupin D, David A, Wade D, *et al.* Muscle abnormalities in long COVID. *Nat Commun.* 2025;16:1490 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-56430-8>
12. Güell M. Rehabilitación respiratoria: Del arte a la evidencia. *Open Respir Arch.* 2021;4(1):100143 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.opresp.2021.100143>

13. Troosters T, Janssens W, Demeyer H, Rabinovich R. Pulmonary rehabilitation and physical interventions. *Eur Respir Rev.* 2023;32(168):220222 DOI: <https://doi.org/10.1183/16000617.0222-2022>
14. Sánchez J, Reinoso A, Piqueras B, Cortés J, Menor M, Alabau R, *et al.* Long COVID and physical therapy: A systematic review. *Diseases.* 2023;11(4):163 DOI: <https://doi.org/10.3390/diseases11040163>
15. Bai B, Xu M, Zhou H, Liao Y, Liu F, Liu Y, *et al.* Effects of aerobic training on cardiopulmonary fitness in patients with long COVID-19: A randomized controlled trial. *Trials.* 2024;25(1):649 DOI: [10.1186/s13063-024-08473-3](https://doi.org/10.1186/s13063-024-08473-3)
16. Shaabani E, Rahmani A, Esmaeilniya M, Gholizadeh E. The impact of aerobic exercise on athletic performance in recovered and uninfected COVID-19 athletes during pos-COVID-19 period. *Int J Sport Stud Health.* 2024;6(2):18-22 DOI: <https://doi.org/10.61838/kman.intjssh.6.2.3>
17. Nambi G, Abdelbasset W, Alrawaili S, Elsayed S, Verma A, Vellaiyan A, *et al.* Comparative effectiveness study of low versus high-intensity aerobic training with resistance training in community-dwelling older men with pos-COVID 19 sarcopenia: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2021;36(1):59-68 DOI: <https://doi.org/10.1177/02692155211036956>
18. Chen N, He X, Feng Y, Ainsworth B, Liu Y. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2021;18(1):23 DOI: <https://doi.org/10.1186/s11556-021-00277-7>
19. Colas C, Le Berre Y, Fanget M, Savall A, Kilian M, Goujon I, *et al.* Physical activity in long COVID: A comparative study of exercise rehabilitation benefits in patients with long COVID, coronary artery disease and fibromyalgia. *Int J Environ Res Pub Health.* 2023;20(15):6513 DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph2015 6513>
20. Yang G, Li Z, Li Z, Huang L, Liang P, Liu L, *et al.* Meta-analysis of the impact of physical activity on the recovery of physical function in COVID-19 patients. *Heliyon.* 2023;9(9):e19339 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19339>
21. Warneke K, Wirth K, Keiner M, Schiemann S. Improvements in flexibility depend on stretching duration. *Int J Exerc Sci.* 2023;16(4):83-94. DOI: <https://doi.org/10.70252/LBOU2008>

22. Stathokostas L, Little R, Vandervoort A, Paterson D. Flexibility training and functional ability in older adults: A systematic review. J Aging Res. 2012;2012:306818. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/306818>
23. Locks R, Costa T, Koppe S, Yamaguti A, Garcia M, Gomes A. Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. Braz J Phys Ther. 2012;16(3):184-90. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012000300003>
24. Oliveira K, Ferreira A, Silva D, Monteiro J, Silva K, Lucena L, et al. The impact of post-COVID multicomponent rehabilitation. Fisioter Mov. 2023;36:e36112 DOI: <https://doi.org/10.1590/fm.2023.36112>

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.