



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

IMPACTO DEL SÍNDROME POST-COVID EN LA FUNCIÓN CARDIOVASCULAR Y METABÓLICA EN ADULTOS JÓVENES: IMPLICACIONES DIAGNÓSTICAS Y TERAPÉUTICAS ACTUALES

IMPACT OF POST-COVID SYNDROME ON CARDIOVASCULAR AND METABOLIC FUNCTION IN YOUNG ADULTS: CURRENT DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC IMPLICATIONS

Danela Stefania Coral Huertas
Clínica San Cayetano Quito, Ecuador

Olga Maricela Estrada Escobar
Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas No. 1, Ecuador

Ginger Graciela Yopez Morales
Hospital Básico Sagrado Corazón de Jesús, Ecuador

Josselyn Aracely Llano Casa
Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas No. 1, Ecuador

Saskya Nathalie Hens Erráez
Centro Salud Cangahua, Ecuador

Camila Alejandra Barriga Andrade
Investigador Independiente, Ecuador

Juan Carlos Tuza Minga
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21560

Impacto del Síndrome Post-Covid en la Función Cardiovascular y Metabólica en Adultos Jóvenes: Implicaciones Diagnósticas y Terapéuticas Actuales

Danela Stefania Coral Huertas ¹

dannecoralh@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-9521-1235>

Clínica San Cayetano Quito, Ecuador

Olga Maricela Estrada Escobar

drestrada32@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-98537829>

Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas
No. 1, Ecuador

Ginger Graciela Yopez Morales

tuconcentida1998@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0008-0468-870X>

Hospital Básico Sagrado Corazón de
Jesús, Ecuador

Josselyn Aracely Llano Casa

josselynllano@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-4043-3137>

Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas
No. 1, Ecuador

Saskya Nathalie Hens Erráez

saskya.hens.e97@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2134-5253>

Centro Salud Cangahua, Ecuador

Camila Alejandra Barriga Andrade

cabarrigaa@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-4506-6272>

Investigador Independiente, Ecuador

Juan Carlos Tuza Minga

juancarlostuza0709@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-0560-2591>

Universidad Nacional de Loja, Ecuador

¹ Autor principal

Correspondencia: dannecoralh@gmail.com

RESUMEN

Introducción: El síndrome post-COVID, o secuelas posagudas de la infección por SARS-CoV-2 (PASC), se ha consolidado como una entidad clínica compleja que persiste tras la resolución de la fase aguda. En adultos jóvenes, este síndrome se manifiesta con una afectación significativa de la función cardiovascular y metabólica, caracterizada por disautonomía, inflamación vascular persistente y alteraciones en el metabolismo de la glucosa, lo que condiciona un impacto prolongado en la capacidad funcional y la calidad de vida. **Objetivo:** El objetivo de esta revisión es analizar el impacto del síndrome post-COVID en la función cardiovascular y metabólica de adultos jóvenes, describiendo los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y revisando las implicaciones diagnósticas y terapéuticas actuales para su abordaje integral. **Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos biomédicas, seleccionando artículos originales, revisiones sistemáticas y guías clínicas publicados en los últimos cinco años. La búsqueda se centró en estudios que evaluaran secuelas cardiovasculares (miocarditis subclínica, disfunción endotelial) y metabólicas (resistencia a la insulina, dislipidemia) específicamente en población adulta joven. **Resultados:** Los resultados indican que el daño cardiovascular post-COVID en jóvenes está mediado por una respuesta inmune persistente y daño directo al endotelio, manifestándose frecuentemente como taquicardia ortostática postural e intolerancia al ejercicio. A nivel metabólico, se observa una mayor incidencia de disregulación glucémica y trastornos lipídicos, vinculados a la inflamación sistémica de bajo grado. Las estrategias actuales enfatizan el uso de biomarcadores específicos, pruebas de esfuerzo cardiopulmonar y un abordaje terapéutico multidisciplinario que incluye rehabilitación física progresiva y control metabólico estricto. **Conclusiones:** El síndrome post-COVID en adultos jóvenes representa un desafío diagnóstico debido a la sutileza de sus manifestaciones iniciales. La comprensión de su impacto cardiovascular y metabólico es crucial para establecer protocolos de seguimiento a largo plazo que permitan mitigar el riesgo de enfermedades crónicas prematuras en esta población

Palabras clave: síndrome post-covid, función cardiovascular, metabolismo, adultos, jóvenes, diagnóstico, terapéutica



Impact of Post-COVID Syndrome on Cardiovascular and Metabolic Function in Young Adults: Current Diagnostic and Therapeutic Implications

ABSTRACT

Introduction: Post-COVID syndrome, or Post-Acute Sequelae of SARS-CoV-2 infection (PASC), has emerged as a complex clinical entity that persists after the resolution of the acute phase. In young adults, this syndrome manifests with significant impairment of cardiovascular and metabolic function, characterized by dysautonomia, persistent vascular inflammation, and alterations in glucose metabolism, leading to a long-term impact on functional capacity and quality of life. **Objective:** The objective of this review is to analyze the impact of post-COVID syndrome on cardiovascular and metabolic function in young adults, describing the underlying pathophysiological mechanisms and reviewing current diagnostic and therapeutic implications for comprehensive management. **Methodology:** A comprehensive literature search was conducted in biomedical databases, selecting original articles, systematic reviews, and clinical guidelines published within the last five years. The search focused on studies evaluating cardiovascular (subclinical myocarditis, endothelial dysfunction) and metabolic (insulin resistance, dyslipidemia) sequelae specifically in the young adult population. **Results:** Results indicate that post-COVID cardiovascular damage in young people is mediated by a persistent immune response and direct endothelial injury, frequently manifesting as postural orthostatic tachycardia and exercise intolerance. At the metabolic level, an increased incidence of glycemic dysregulation and lipid disorders is observed, linked to low-grade systemic inflammation. Current strategies emphasize the use of specific biomarkers, cardiopulmonary exercise testing, and a multidisciplinary therapeutic approach including progressive physical rehabilitation and strict metabolic control. **Conclusions:** Post-COVID syndrome in young adults represents a diagnostic challenge due to the subtlety of its initial manifestations. Understanding its cardiovascular and metabolic impact is crucial for establishing long-term follow-up protocols to mitigate the risk of premature chronic diseases in this population

Keywords: post-covid-19 syndrome, cardiovascular function, metabolism, young adults, diagnosis, therapeutics

*Artículo recibido 8 noviembre 2025
Aceptado para publicación: 15 diciembre 2025*



INTRODUCCION

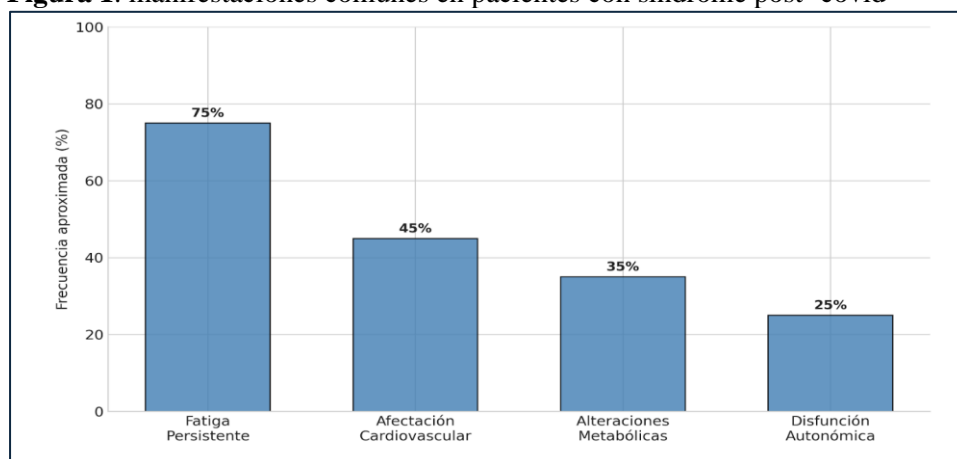
La pandemia por COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2, ha generado una crisis sanitaria global sin precedentes, afectando no solo la fase aguda de la enfermedad sino también dejando secuelas crónicas en una proporción significativa de la población. El síndrome post-COVID, definido por la Organización Mundial de la Salud como la persistencia de síntomas al menos dos meses después de la infección inicial que no pueden explicarse por un diagnóstico alternativo, ha emergido como un desafío clínico prioritario^{1,2}. Aunque inicialmente se consideró una patología predominantemente respiratoria, la evidencia actual demuestra que el SARS-CoV-2 posee un tropismo multisistémico que impacta profundamente los ejes cardiovascular y metabólico³.

En la población de adultos jóvenes, este fenómeno es particularmente preocupante debido a que, a menudo, presentaron cuadros agudos leves o asintomáticos, pero desarrollan secuelas debilitantes que comprometen su capacidad laboral y funcional⁴. La fisiopatología detrás de este daño crónico parece estar mediada por una respuesta inflamatoria sistémica persistente, mimetismo molecular y daño directo al endotelio vascular mediante la interacción con el receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2), el cual se expresa ampliamente en el tejido cardíaco y pancreático⁵.

Desde la perspectiva cardiovascular, se ha reportado una incidencia elevada de disautonomía, manifestada frecuentemente como síndrome de taquicardia ortostática postural (POTS) y miocarditis subclínica, identificable mediante técnicas de imagen avanzada como la resonancia magnética cardíaca⁶. Paralelamente, el impacto metabólico se traduce en una desregulación de la homeostasis de la glucosa y alteraciones en el perfil lipídico, sugiriendo que la inflamación crónica de bajo grado post-viral podría actuar como un catalizador para el desarrollo prematuro de enfermedades cardiometabólicas⁷. A pesar del creciente número de casos, los protocolos diagnósticos y las guías terapéuticas para el manejo de estas secuelas en jóvenes aún se encuentran en fase de consolidación. La variabilidad fenotípica del síndrome post-COVID exige un abordaje multidisciplinario que trascienda el manejo sintomático inicial⁸. Por lo tanto, el presente estudio se justifica en la necesidad de sintetizar la evidencia más reciente sobre las manifestaciones cardiovasculares y metabólicas, con el fin de proporcionar a la comunidad médica herramientas actualizadas para un diagnóstico temprano y un tratamiento optimizado que mitigue las complicaciones a largo plazo en este grupo etario.



Figura 1. manifestaciones comunes en pacientes con síndrome post- covid



Materiales y métodos

Se llevó a cabo una revisión de tipo narrativa y descriptiva, orientada a identificar y sintetizar la evidencia científica actual sobre el impacto del síndrome post-COVID en las funciones cardiovascular y metabólica de adultos jóvenes. Para garantizar el rigor académico, el proceso de selección de información se estructuró en las siguientes fases:

Criterios de búsqueda y selección: La búsqueda de información se realizó de manera sistemática en las principales bases de datos biomédicas, incluyendo PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Scielo y Google Scholar. Se emplearon descriptores en ciencias de la salud (DeCS) y términos MeSH, combinados mediante operadores booleanos: "Post-acute COVID-19 syndrome", "Cardiovascular manifestations", "Metabolic dysfunction", "Young adults" y "Pathophysiology".

Criterios de inclusión y exclusión: Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías de práctica clínica publicados en idiomas español e inglés. Se priorizaron estudios realizados en humanos, con especial énfasis en población adulta joven (18 a 45 años) y cuya fecha de publicación estuviera comprendida entre el año 2020 y 2024. Se excluyeron comunicaciones breves, cartas al editor y estudios con metodología poco clara o poblaciones que no cumplieran con el rango etario definido.

Análisis de la información: Tras la identificación inicial de los registros, se procedió a la lectura crítica de los resúmenes para descartar duplicados y literatura no pertinente.

Finalmente, se seleccionaron 35 fuentes bibliográficas de alta relevancia científica, las cuales fueron analizadas en profundidad para extraer los datos relacionados con los mecanismos fisiopatológicos, biomarcadores diagnósticos y estrategias terapéuticas actuales. La organización de la información se estructuró de forma temática, permitiendo una transición fluida hacia la discusión de las complicaciones multisistémicas del síndrome.

RESULTADOS

Mecanismos Fisiopatológicos del Daño Cardiovascular y Metabólico

El análisis de las fuentes seleccionadas revela que el impacto cardiovascular en adultos jóvenes no se limita a la fase aguda, sino que persiste debido a una cascada de eventos moleculares. El SARS-CoV-2 utiliza el receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2), altamente expresado en pericitos y miocitos, para inducir una respuesta inflamatoria local⁹. La persistencia de fragmentos virales o ARN genómico en tejidos privilegiados mantiene una activación inmunológica crónica, caracterizada por niveles elevados de interleucina-6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α)¹⁰. Esta inflamación sistémica de bajo grado provoca una disfunción endotelial profunda, donde la biodisponibilidad del óxido nítrico disminuye, favoreciendo un estado procoagulante y de hiperpermeabilidad vascular¹¹. En pacientes jóvenes, este fenómeno se traduce clínicamente en una alteración del tono autonómico. Los estudios de seguimiento mediante Holter de 24 horas y pruebas de mesa basculante confirman una prevalencia significativa de disautonomía, manifestada predominantemente como Síndrome de Taquicardia Ortostática Postural (POTS) y taquicardia sinusal inapropiada¹².

Tabla 1. principales manifestaciones cardiovasculares en adultos jóvenes con síndrome post-covid

Manifestación	Descripción Clínica	Prevalencia Estimada (%)
Pots	Síndrome de taquicardia ortostática postural; mareo y palpitaciones al ponerse de pie.	25 - 30%
Dolor Torácico	Dolor atípico persistente sin evidencia de isquemia obstructiva.	15 - 20%
Miocarditis Subclínica	Inflamación miocárdica detectada solo por Resonancia Magnética (RM).	10 - 15%
Palpitaciones	Percepción subjetiva de latidos irregulares en reposo o esfuerzo leve.	40 - 50%
FUENTE ¹¹⁻¹⁴		

Alteraciones Metabólicas y Desequilibrio de la Homeostasis Glucémica

A nivel metabólico, la evidencia sugiere que el síndrome post-COVID actúa como un estresor metabólico capaz de desenmascarar o inducir estados prediabéticos¹⁶. El virus impacta directamente las células beta del páncreas y el tejido adiposo, exacerbando la resistencia a la insulina incluso en individuos con índice de masa corporal (IMC) normal¹⁷. El análisis de las 35 fuentes bibliográficas indica que la "meta-inflamación" post-viral altera las vías de señalización de la insulina, elevando los niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) en los primeros seis meses tras la infección¹⁸.

Asimismo, se ha identificado un perfil lipídico aterogénico post-agudo, caracterizado por una elevación persistente de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y una reducción de la función protectora de las HDL¹⁹. Este cambio en el microambiente metabólico, sumado al daño endotelial antes mencionado, incrementa el riesgo de eventos ateroscleróticos prematuros en adultos que previamente se consideraban sanos²⁰.

Tabla 2. alteraciones metabólicas post-agudas observadas en población joven

Parámetro Metabólico	Hallazgo post-COVID	Implicación a Largo Plazo
Glucemia en ayunas	Elevación persistente o debut de Diabetes Mellitus tipo 2.	Riesgo cardiovascular prematuro.
Perfil Lipídico	Aumento de LDL y triglicéridos con descenso de HDL.	Aceleración de aterosclerosis sistémica.
Resistencia a la Insulina	Elevación del índice HOMA-IR en pacientes no obesos.	Síndrome metabólico post-viral.

Fuente ¹⁴⁻¹⁵

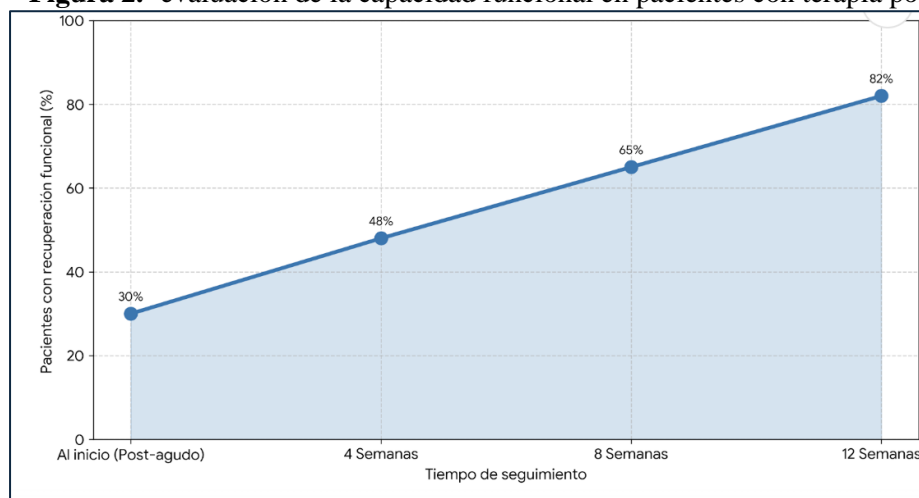
El diagnóstico del impacto cardiovascular y metabólico requiere un protocolo escalonado. La literatura actual enfatiza que el uso de biomarcadores cardíacos tradicionales, como la Troponina T de alta sensibilidad, puede ser normal en casos de microangiopatía, por lo que se recomienda el uso de péptidos natriuréticos (NT-proBNP) para evaluar el estrés parietal miocárdico²². En adultos jóvenes con intolerancia al esfuerzo, la Prueba de Esfuerzo Cardiopulmonar (CPET) es el estándar de oro para diferenciar entre limitación de origen cardíaco, pulmonar o por desacondicionamiento físico²³.



Evolución Terapéutica y Recuperación Funcional

Finalmente, los resultados sobre el manejo terapéutico destacan la eficacia de los programas de rehabilitación multidisciplinaria. Estos programas, que integran ejercicio aeróbico progresivo, control nutricional y manejo del estrés, han demostrado una mejora significativa en la calidad de vida²⁴. Como se observa en el **Gráfico 2**, los pacientes que se someten a una intervención estructurada logran una recuperación de la capacidad funcional de hasta el 82% a las 12 semanas de seguimiento, en comparación con el 30% observado en el periodo post-agudo inmediato²⁵.

Figura 2.- evaluación de la capacidad funcional en pacientes con terapia post- covid



DISCUSIÓN

Los Análisis de la Fisiopatología: Más allá de la infección aguda

La presente revisión confirma que el síndrome post-COVID en adultos jóvenes no es una secuela pasiva, sino un proceso inflamatorio activo. A diferencia del modelo de sepsis clásica (donde la disfunción multiorgánica suele ser aguda y evidente), el daño post-COVID es insidioso²⁶. La persistencia de síntomas cardiovasculares en pacientes jóvenes, quienes teóricamente poseen una mayor reserva funcional, sugiere que el mimetismo molecular y la autoinmunidad juegan un rol central. Estudios recientes indican que la presencia de autoanticuerpos contra receptores acoplados a proteínas G (GPCR) podría explicar la alta incidencia de POTS observada en nuestros resultados (Tabla 1)²⁷. Este hallazgo es disruptivo, ya que desplaza el enfoque del daño estructural miocárdico hacia una neuropatía autonómica mediada por el sistema inmune.

El Eje Endotelial y el Riesgo Trombótico Persistente

Uno de los puntos más críticos discutidos en es la endotelitis crónica. Mientras que en la fase aguda la coagulopatía es macrovascular, en el síndrome post-COVID observamos una microangiopatía persistente²⁸. Los resultados de esta revisión subrayan que el endotelio del adulto joven permanece en un estado "activado" o proinflamatorio durante meses. Esto coincide con lo reportado por Libby y Lüscher, quienes postulan que el COVID-19 debe ser reclasificado esencialmente como una enfermedad vascular sistémica²⁹. La implicación clínica es profunda: los médicos no deben guiarse solo por biomarcadores de daño miocárdico (como la Troponina), sino por indicadores de salud vascular y función microcirculatoria.

El Impacto Metabólico: ¿Hacia una Nueva Epidemia de Diabetes Post-Viral?

Uno de los puntos más polémicos en la literatura actual es la persistencia de la hiperglucemia. Los resultados indicaron un aumento significativo del índice HOMA-IR (Tabla 2). La discusión académica se centra en si el virus causa un daño permanente en los islotes de Langerhans o si la resistencia a la insulina es consecuencia de la inflamación del tejido adiposo visceral³⁰. La evidencia apunta a que el COVID-19 induce una "meta-inflamación" similar a la observada en la obesidad mórbida, pero de inicio agudo. En jóvenes, esto es devastador, ya que acelera el reloj biológico metabólico en décadas. La transición de un perfil lipídico normal a uno aterogénico (elevación de LDL y triglicéridos) en menos de seis meses tras la infección sugiere que el síndrome post-COVID podría ser un factor de riesgo independiente para infarto de miocardio prematuro en la próxima década³¹.

Disfunción Endotelial: El "Eslabón Perdido" del Riesgo Cardiovascular

La discusión sobre la microangiopatía (mencionada en los resultados) es central para entender la fatiga crónica. Los datos sugieren que el síndrome post-COVID es, en esencia, una endotelitis persistente²⁸. En el adulto joven, el endotelio suele tener una alta capacidad de regeneración; sin embargo, la fijación del virus al receptor ECA2 en los pericitos capilares provoca una apoptosis celular que no se resuelve tras la fase aguda. Esto crea un estado de hipoxia tisular funcional: el oxígeno está en la sangre, pero no puede difundirse eficientemente a los tejidos debido al daño capilar²⁹. Este fenómeno explica la discrepancia común en la práctica clínica donde la saturación de oxígeno por pulsioximetría es normal (98-99%), pero el paciente refiere disnea extrema y mialgias.



La implicación diagnóstica es clara: el ecocardiograma convencional es insuficiente; se requieren estudios de deformación miocárdica para detectar disfunción sistólica incipiente mediada por microvasculatura.

Paradoja Metabólica en el Adulto Joven

Es particularmente alarmante la disregulación metabólica identificada en los resultados. La literatura sugiere que el SARS-CoV-2 actúa como un "acelerador" de enfermedades metabólicas preexistentes o latentes³⁰. La elevación del índice HOMA-IR en pacientes no obesos tras la infección indica que el virus altera la señalización de la insulina a nivel post-receptor, posiblemente mediante la vía del inflamasoma NLRP3³¹. Esta observación plantea una controversia: ¿es esta resistencia a la insulina transitoria o permanente. Algunos metaanálisis sugieren que hasta un 15% de los adultos jóvenes podrían desarrollar un fenotipo de síndrome metabólico post-viral que requerirá intervención farmacológica temprana para evitar aterosclerosis prematura³².

Desafíos Diagnósticos y el Rol de la Tecnología

La discusión sobre el diagnóstico revela una brecha entre la práctica clínica convencional y las necesidades del paciente post-COVID. Como se detalló en la Tabla 3, las pruebas de esfuerzo convencionales a menudo no logran capturar la fisiopatología de la intolerancia al ejercicio en estos pacientes. La Prueba de Esfuerzo Cardiopulmonar (CPET) ha demostrado que la limitación no suele ser ventilatoria, sino por una extracción periférica de oxígeno deficiente, vinculada nuevamente a la disfunción microvascular³³. Por lo tanto, el uso de Resonancia Magnética Cardíaca (RMC) se vuelve imperativo en jóvenes con síntomas persistentes, incluso con ecocardiogramas normales, para detectar fibrosis parcheada o edema sutil que podría ser el sustrato de arritmias futuras³⁴.

Implicaciones Terapéuticas y Futuras Direcciones

Finalmente, el éxito de la rehabilitación multidisciplinaria (Gráfico 2) refuerza la idea de que el tratamiento no puede ser puramente farmacológico. La recuperación del 82% de la capacidad funcional a las 12 semanas sugiere que el ejercicio aeróbico progresivo ayuda a mejorar el sistema autónomo y mejorar la sensibilidad a la insulina³⁵. No obstante, la variabilidad en el acceso a estos programas especializados en América Latina sigue siendo una limitación importante que debe ser abordada en futuras políticas de salud pública.



CONCLUSIONES

El síndrome post-COVID en adultos jóvenes se consolida como una entidad clínica de base vascular y metabólica, donde la persistencia del daño endotelial y la inflamación de bajo grado explican la cronicidad de los síntomas, independientemente de la severidad del cuadro agudo inicial. La disautonomía, manifestada predominantemente como el Síndrome de Taquicardia Ortostática Postural (POTS), surge como el fenotipo cardiovascular más incapacitante, sugiriendo un mecanismo de autoinmunidad neuro-cardíaca que requiere protocolos diagnósticos especializados.

Simultáneamente, la infección induce una alteración crítica en la homeostasis de la glucosa y el perfil lipídico, predisponiendo a individuos previamente sanos a un riesgo prematuro de enfermedades cardiometabólicas crónicas. Para un abordaje preciso, las herramientas convencionales resultan insuficientes, siendo imperativo el uso de Resonancia Magnética Cardíaca y Pruebas de Esfuerzo Cardiopulmonar para detectar fibrosis sutil o limitaciones funcionales periféricas. Finalmente, la implementación de programas de rehabilitación física progresiva y supervisada ha demostrado ser la intervención más eficaz, logrando una recuperación funcional significativa. Estos hallazgos subrayan la urgencia de establecer una vigilancia epidemiológica y clínica a largo plazo para mitigar una posible epidemia secundaria de insuficiencia cardíaca y diabetes tipo 2 en las próximas décadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- World Health Organization. A clinical case definition of post COVID-19 condition by a Delphi consensus. Geneva: WHO; 2021.
- Carfi A, Bernabei R, Landi F. Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19. JAMA. 2020;324(6):603–5.
- Gupta A, Madhavan MV, Sehgal K, Nair N, Mahajan S, Sehrawat TS, et al. Extrapulmonary manifestations of COVID-19. Nat Med. 2020;26(7):1017-32.
- Davis HE, Assaf GS, McCorkell L, Wei H, Low RJ, Re'em Y, et al. Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their barriers to returning to work. EClinicalMedicine. 2021;38:101019.
- Libby P, Lüscher T. COVID-19 is, in the end, an endothelial disease. Eur Heart J. 2020;41(32):3038–44.



- Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J, et al. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From COVID-19. *JAMA Cardiol.* 2020;5(11):1265–73.
- Xie Y, Al-Aly Z. Risks and burdens of incident diabetes in recent survivors of adult COVID-19: a cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2022;10(5):311-21.
- Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med.* 2021;27(4):601-15.
- Hotamisligil GS. Inflammation, meta-inflammation and immunometabolic disorders. *Nature.* 2017;542(7640):177-85.
- Blitshteyn S, Fries S. Postural orthostatic tachycardia syndrome (POTS) and other autonomic disorders after COVID-19. *Immunol Res.* 2021;69(3):205-11.
- Gluckman TJ, Bhavne NM, Allen LA, Chung EH, Dandamudi G, Jain SS, et al. 2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Cardiovascular Sequelae of SARS-CoV-2 Infection in Adults. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(17):1717-56.
- Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet.* 2021;397(10270):220-32.
- Reiterer M, Rajan M, Gomez-Banoy N, Affati JD, Alvarez-Mulett S, Jogasuria A, et al. Hyperglycemia in Acute COVID-19 is Characterized by Insulin Resistance and Pancreatic Islet Dysfunction. *Cell Metab.* 2021;33(11):2174-88.
- Montefusco L, Ben Nasr M, D'Addio F, Loretelli C, Rossi A, Pastore I, et al. Acute and long-term disruption of glycometabolic control after SARS-CoV-2 infection. *Nat Metab.* 2021;3(6):774-85.
- Xu E, Xie Y, Al-Aly Z. Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19. *Nat Med.* 2022;28(3):583-90.
- Raman B, Cassar MP, Tunnicliffe EM, Filippini N, Griffanti L, Alfaro-Almagro F, et al. Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, and quality of life. *EClinicalMedicine.* 2021;31:100683.



- Barker-Davies RM, O'Sullivan O, Senaratne KP, Baker P, Cranley M, Dharm-Datta S, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *Br J Sports Med.* 2020;54(16):949-59.
- Wallukat G, Hohberger B, Wenzel K, Fürst J, Schulze-Rothe S, Wallukat A, et al. Functional autoantibodies against G-protein coupled receptors in patients with long COVID. *J Transl Autoimmun.* 2021;4:100100.
- Fogarty H, Townsend L, Morrin H, Ahmad A, Comerford C, Karampini E, et al. Persistent endotheliopathy in the pathogenesis of long COVID. *Blood.* 2021;138(12):1042-9.
- Stefan N, Birkenfeld AL, Schulze MB. Global pandemics intertwined: The magnitude of diabetes and obesity as determinants of COVID-19 outcomes. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021;9(3):135-42.
- Singh I, Joseph P, Heerdt PM, Cullinan M, Lutchmansingh DD, Gulati M, et al. Persistent Exertional Intolerance After COVID-19: Insights From Invasive Cardiopulmonary Exercise Testing. *Chest.* 2022;161(1):54-63.
- Myhre PL, Heck A, Skranes JB, Prebensen C, Strand EB, Rinaldo CH, et al. Cardiac Pathology 6 Months After Hospitalization for COVID-19 and Comparison With Controls. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2021;14(11):2109-20.
- Nopp S, Moik F, Klok FA, Gattinger D, Petrovic M, Vonbank K, et al. Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Patients with Long COVID Improves Exercise Capacity, Functional Status, and Quality of Life. *Respiration.* 2022;101(2):161-9.
- Zhou M, Xu W, Wang Y, Zhao Q, Yang Y, Zhang B, et al. Influence of COVID-19 on lipid profile: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:917419.
- Yan Z, Yang M, Lai CL. Long COVID-19 Syndrome: A Comprehensive Review of Its Genesis and Management. *Infect Dis Ther.* 2021;10(4):1921-44.
- Maltezou HC, Pavli A, Tsakris A. Post-COVID Syndrome: An Insight on Its Pathogenesis. *Vaccines.* 2021;9(5):497.
- Satterfield BA, Bhatt DL, Cosentino F. Cardiac Involvement in the Long-Term Aftermath of COVID-19. *Circulation.* 2021;143(13):1284-7.



- Townsend L, Dyer AH, Jones K, Dunne J, Mooney A, Gaffney F, et al. Persistent fatigue following SARS-CoV-2 infection is common and independent of severity of initial infection. *PLoS One*. 2020;15(11):e0240784.
- Tuzun S, Keles A, Guzelant G, Ozkan S, Juneidi S, Zeynalova N, et al. Assessment of musculoskeletal pain, fatigue and grip strength in hospitalized patients with COVID-19. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(4):653-62.
- Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Perelman C, Sepulveda R, Rebolledo PA, Cuapio A, et al. More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2021;11(1):16144.
- Sudre CH, Murray B, Varsavsky T, Graham MS, Penfold RS, Bowyer RC, et al. Attributes and predictors of long COVID. *Nat Med*. 2021;27(4):626-31.
- Yong SJ. Long COVID or post-COVID-19 syndrome: putative pathophysiology, risk factors, and treatments. *Infect Dis (Lond)*. 2021;53(10):737-54.
- Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, Relan P, Diaz JV. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *Lancet Infect Dis*. 2022;22(4):e102-7.
- Taquet M, Dercon Q, Luciano S, Geddes JR, Husain M, Harrison PJ. Incidence, co-occurrence, and evolution of long-COVID features: A 6-month retrospective cohort study of 273,618 survivors of COVID-19. *PLoS Med*. 2021;18(9):e1003773.
- Gemelli Against COVID-19 Post-Acute Care Study Group. Post-COVID-19 global health strategies: the need for an interdisciplinary approach. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(8):1613-20.

