



ARTICULO REVISIÓN

Infección oportunista por mucormicosis en pacientes con COVID-19

Marcela Alejandra Altamirano-Salazar¹  , Alejandro Patricio Jaramillo-Aguilar¹ ,
Francisco Xavier Poveda-Paredes¹ 

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador.

Recibido: 19 de diciembre de 2025

Aceptado: 20 de diciembre de 2025

Publicado: 23 de diciembre de 2025

Citar como: Altamirano-Salazar MA, Jaramillo-Aguilar AP, Poveda-Paredes FX Opportunistic mucormycosis infection in patients with COVID-19. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(S1): e7000, Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/7000>

RESUMEN

Introducción: la pandemia de COVID-19 ha generado complicaciones infecciosas de gran impacto clínico, entre ellas la mucormicosis, una micosis invasiva que afecta principalmente a pacientes inmunocomprometidos y con diabetes mellitus descontrolada.

Objetivo: analizar la relación entre mucormicosis y COVID-19, identificando factores de riesgo, manifestaciones clínicas y tratamientos.

Métodos: se realizó una revisión de la literatura, identificándose fuentes de diferentes bases de datos a partir de un algoritmo de búsqueda. La selección y análisis de aquellas que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, permitió abordar el tema desarrollando un análisis crítico y estructurado, garantizándose en todo momento el rigor metodológico y transparencia del proceso.

Desarrollo: se ha evidenciado un incremento significativo de mucormicosis asociada a COVID-19, especialmente en países con alta prevalencia de diabetes. Los principales factores predisponentes fueron hiperglucemia inducida por corticosteroides, cetoacidosis diabética y estados de inmunosupresión. La presentación clínica más frecuente fue la forma rino-orbito-cerebral, aunque también se documentaron casos pulmonares, cutáneos y gastrointestinales. El diagnóstico temprano mediante pruebas microbiológicas e imágenes es determinante para mejorar el pronóstico. El tratamiento recomendado combina antifúngicos sistémicos, principalmente anfotericina B liposomal, con desbridamiento quirúrgico en casos avanzados. La mortalidad continúa siendo elevada, lo que subraya la necesidad de estrategias preventivas y un abordaje interdisciplinario.

Conclusiones: la mucormicosis constituye una complicación grave en pacientes con COVID-19, favorecida por la interacción entre infección viral, diabetes y uso de corticosteroides. Es necesario fortalecer las medidas de prevención, optimizar el diagnóstico y aplicar terapias combinadas para reducir la elevada mortalidad asociada.

Palabras clave: COVID-19; Infecciones Oportunistas; Mucormicosis.

INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19, causada por el SARS-CoV-2, ha generado una serie de desafíos médicos más allá de los síntomas respiratorios característicos de la infección viral. Entre las complicaciones emergentes, la mucormicosis, conocida coloquialmente como hongo negro, se ha convertido en una preocupación clínica importante, especialmente en pacientes con formas graves de COVID-19. La mucormicosis, una infección fúngica invasiva poco frecuente pero potencialmente mortal, se asocia con diversas comorbilidades, especialmente la diabetes no controlada y el uso de tratamientos inmunosupresores.⁽¹⁾

COVID-19, un término que apareció por primera vez en 2019 con los primeros casos identificados en Wuhan, China, pronto se convirtió en una pandemia mundial. Se implementaron medidas de cuarentena obligatorias en todo el mundo debido a la alta tasa de infección y mortalidad asociada con el virus SARS-CoV-2. Este virus de ARN monocatenario de polaridad positiva, perteneciente a la familia Coronaviridae, ha sido responsable de diversas enfermedades, desde síntomas similares a la gripe hasta afecciones más graves como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS).⁽²⁾

La gravedad de la infección por COVID-19 radica en su fácil transmisión, ya sea por contacto directo con personas infectadas o indirectamente a través del contacto con superficies contaminadas. Sin embargo, en algunos pacientes con COVID-19, se ha pasado por alto la posible presencia de otros patógenos oportunistas en el ambiente, como la mucormicosis. El término mucormicosis engloba diversas infecciones oportunistas graves causadas por hongos del orden Mucorales. Aunque estas infecciones se conocen desde hace mucho tiempo, el aumento de casos en las últimas décadas ha renovado el interés en ellas. Actualmente, la mucormicosis representa la tercera causa principal de infección fúngica invasiva, afectando principalmente a pacientes con diabetes mal controlada y a aquellos con inmunodepresión grave, como los receptores de trasplantes de órganos sólidos o pacientes con neoplasias hematológicas.⁽³⁾

La mucormicosis se produce principalmente por la inhalación de esporas y afecta diversas partes del cuerpo, siendo las infecciones pulmonares y cerebrales las más comunes. La hiperglucemia generada por la diabetes proporciona un entorno favorable para el desarrollo de la mucormicosis, siendo los pacientes con COVID-19 particularmente vulnerables debido al tratamiento con corticosteroides y la consiguiente hiperglucemia.⁽⁴⁾ En relación con lo anterior, el presente estudio se ha desarrollado con el objetivo de analizar la relación entre la mucormicosis y la COVID-19, identificando factores de riesgo, manifestaciones clínicas y tratamientos.

MÉTODOS

Este estudio se diseñó como una revisión bibliográfica sistemática, realizada de acuerdo con las directrices PRISMA 2020. El objetivo fue sintetizar la evidencia disponible sobre la infección oportunista por mucormicosis en pacientes con COVID-19. El período de búsqueda se definió entre enero de 2010 y diciembre de 2024, abarcando tanto los años prepandémicos como los pandémicos para captar la evolución del conocimiento científico sobre este tema. La revisión se adhirió a un protocolo estructurado que garantizó la transparencia, la reproducibilidad y el rigor metodológico.

Las fuentes de información incluyeron importantes bases de datos internacionales como PubMed, Scielo, ScienceDirect, Google Scholar, Lilacs y BVSALUD. Además, se revisaron las referencias citadas en los artículos recuperados para identificar fuentes secundarias potencialmente relevantes. También se consideró la literatura clasificada como "gris" (actas de congresos, tesis e informes institucionales) cuando proporcionó datos pertinentes sobre la mucormicosis asociada a la COVID-19. Este enfoque integral buscó minimizar el sesgo de publicación y garantizar la inclusión de diversas evidencias.

La estrategia de búsqueda se construyó combinando vocabulario controlado y términos de texto libre. Se aplicaron los operadores booleanos "AND" y "OR" para vincular descriptores como "mucormicosis", "COVID-19", "SARS-CoV-2", "factores de riesgo", "tratamiento" e "infección oportunista". La búsqueda se limitó a artículos publicados en inglés, español y portugués, reflejando el alcance lingüístico de las bases de datos consultadas. Los criterios de inclusión incluyeron estudios publicados dentro del período definido, que abordaran directamente la relación entre la mucormicosis y la COVID-19 y que proporcionaran acceso al texto completo. Los criterios de exclusión incluyeron registros duplicados, artículos fuera del rango temporal, estudios sin revisión por pares, estudios preclínicos o en animales, y publicaciones con insuficiente detalle metodológico.

El proceso de selección se llevó a cabo en etapas secuenciales. Primero, se examinaron los títulos y resúmenes para excluir estudios irrelevantes. Posteriormente, se evaluó la elegibilidad de los artículos de texto completo según los criterios predefinidos. La búsqueda inicial arrojó un total de 1224 registros. Tras eliminar los duplicados, quedaron 1067 artículos. La revisión de títulos y resúmenes excluyó 647 registros, dejando 420 para la revisión de texto completo. De estos, 275 fueron excluidos por no cumplir los requisitos de elegibilidad, lo que resultó en una evaluación detallada de 145 artículos. Finalmente, se incluyeron 27 estudios en la síntesis final. Todo el proceso se documentó mediante un diagrama de flujo PRISMA para ilustrar las etapas de identificación, examen, elegibilidad e inclusión (Fig. 1).

La extracción de datos se realizó mediante un formulario estandarizado que recogió variables clave: autor, año de publicación, diseño del estudio, características de la muestra, factores de riesgo, presentación clínica, intervenciones y resultados principales. La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó utilizando herramientas apropiadas para cada diseño. El análisis fue principalmente cualitativo, con énfasis en la síntesis temática de factores de riesgo, manifestaciones clínicas y estrategias de tratamiento. Cuando se observó suficiente homogeneidad, se consideró la síntesis cuantitativa mediante metanálisis. Este marco metodológico garantizó que la revisión proporcionara una visión general completa y equilibrada de la relación entre la mucormicosis y la COVID-19, destacando tanto las fortalezas como las limitaciones de la evidencia disponible.

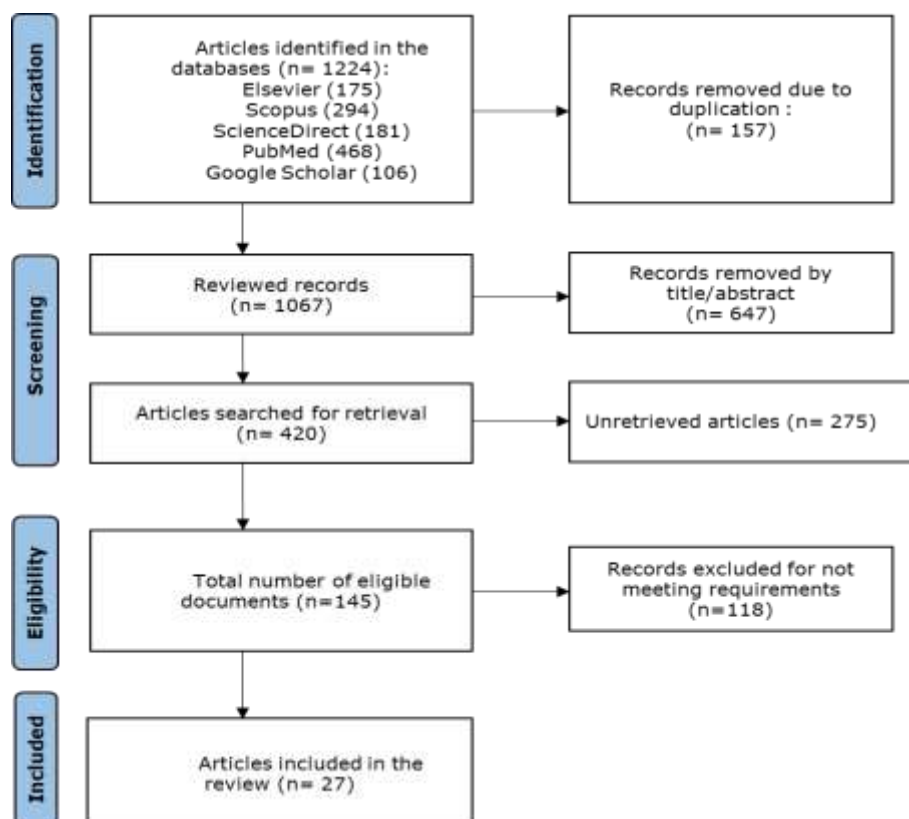


Figura 1 Diagrama de flujo para la selección de artículos.

DESARROLLO

La mucormicosis, una enfermedad infecciosa oportunista, es causada por hongos pertenecientes a los subfilos Mucormycotina y Entomophthorales. Los principales patógenos humanos de la clase Mucormycetes se encuentran en los órdenes Mucorales y Entomophthorales. Dentro del orden Mucorales, los géneros patógenos incluyen *Rhizopus*, *Mucor*, *Lichtheimia*, *Rhizomucor*, *Saksenaea*, *Cunninghamella*, *Syncephalastrum* y *Apophysomyces*. Las infecciones causadas por estos patógenos suelen ser agudas y progresar rápidamente, con tasas de mortalidad que oscilan entre el 70 % y el 100 %.^(2,4)

Macroscópicamente, los hongos del orden Mucorales crecen rápidamente y producen colonias lanudas de color gris a marrón, con características que los distinguen de otros patógenos. El examen microscópico revela hongos filamentosos con hifas anchas, hialinas y cenocíticas. Estos hongos se reproducen sexualmente mediante zigosporas y se caracterizan morfológicamente por hifas hialinas, anchas y escasamente septadas.⁽⁵⁾

En cuanto a la epidemiología, la mucormicosis se distribuye globalmente, ya que estos microorganismos son ubicuos en el suelo y la vegetación en descomposición. Se propagan por inhalación, ingestión o contaminación de heridas con esporas, y también pueden encontrarse en sistemas de aire acondicionado, incluso durante los procesos de construcción. La presentación clínica varía desde infecciones sinusales, que son las más comunes y pueden ser sinusitis aislada, mucormicosis rinocerebral o sinoorbitaria, hasta infecciones gastrointestinales, cutáneas y pulmonares, e incluso diseminación.⁽⁶⁾

Dado que este tipo de infección afecta a pacientes con diversos grados de inmunosupresión, se caracteriza por una rápida progresión con alta morbilidad y mortalidad. La mucormicosis rinocerebral comienza como una infección invasiva aguda de la cavidad nasal, los senos paranasales y la órbita, afectando las estructuras faciales y extendiéndose al sistema nervioso central, incluyendo las meninges y el cerebro. Se presenta en pacientes con acidosis metabólica, cetoacidosis diabética o neoplasias hematológicas. Por otro lado, la mucormicosis pulmonar es una infección primaria en pacientes neutropénicos. Las lesiones pulmonares pueden presentarse como infartos debido a la invasión de hifas, progresando a trombosis de grandes vasos pulmonares. Las radiografías muestran bronconeumonía de rápida progresión, signos de cavitación y posibles masas fúngicas. Puede progresar a hemorragia pulmonar con hemoptisis mortal.^(2,6)

La mucormicosis cutánea indica diseminación hematógena del patógeno, presentándose como una placa eritematoedematosa con ulceración central (núcleo necrótico negro), que afecta rápidamente el tejido subcutáneo, el músculo y el hueso. Existen presentaciones atípicas, incluyendo formas con lesiones de tipo eccematoso. El diagnóstico debe ser precoz debido a la progresión acelerada de la enfermedad. Los síntomas clínicos por sí solos son insuficientes, ya que pueden confundirse con otras infecciones. Las muestras prioritarias incluyen raspados de mucosa nasal, aspirados de senos paranasales, líquido de lavado broncoalveolar y biopsia de cualquier tejido necrótico. Se realizan técnicas de diagnóstico precoz, como la observación directa con tinción de KOH o calcoflúor. Pueden aparecer hifas anchas (5-15 μm de diámetro), septadas y ramificadas con un ángulo de 45°. Se pueden tomar muestras de tejido, pero los resultados suelen ser negativos.⁽⁷⁾

El tratamiento de elección es la anfotericina B (5-10 mg/kg/día, tanto para niños como para adultos), acompañada de desbridamiento quirúrgico y reconstitución inmunitaria. Una vez estabilizado el paciente, se puede continuar el tratamiento o cambiar a posaconazol o isavuconazol oral. La duración del tratamiento no está claramente establecida, pero suele durar semanas hasta que se logra la resolución clínica y desaparecen los síntomas o signos de infección. El SARS-CoV-2 causa una amplia gama de infecciones de las vías respiratorias, desde resfriados leves hasta síndrome de dificultad respiratoria grave. Con la aparición de la nueva enfermedad en 2019, conocida como síndrome respiratorio agudo severo SARS-CoV-2 y enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), el mundo se vio obligado a realizar cambios drásticos en las rutinas diarias, ya que este nuevo virus presentaba un cuadro clínico previamente mortal.^(2,7,8)

La transmisión se produce de persona a persona a través de vías comunes, como el contacto directo, la transmisión por aerosoles o durante procedimientos médicos. Las formas comunes incluyen la tos, los estornudos, la inhalación de gotitas y el contacto con las mucosas oral, nasal y ocular. El virus se excreta a través del tracto respiratorio, la saliva, las heces y la orina. La carga viral es mayor y la duración también es mayor en pacientes con COVID-19 grave. Los síntomas clínicos del SARS-CoV-2 varían considerablemente; los más comunes son fiebre, tos y mialgia, mientras que los síntomas leves incluyen dolor de garganta, dolor de cabeza, escalofríos, náuseas, vómitos, diarrea y congestión conjuntival. La COVID-19 se clasifica clínicamente en enfermedad leve a moderada (neumonía y no neumonía), enfermedad grave (disnea, frecuencia respiratoria mayor a 30/min, saturación de oxígeno por debajo del 93 %, relación PaO₂/FiO₂ menor a 300 y/o infiltrados pulmonares en más del 50 % del campo pulmonar dentro de las 24 a 48 horas) y enfermedad crítica (insuficiencia respiratoria, choque séptico y/o disfunción/fallo multiorgánico).^(9,10)

El diagnóstico se realizó mediante detección virológica mediante RT-PCR con hisopados (nasofaríngeos y orofaríngeos), esputo y heces, radiografías de tórax y monitorización dinámica de mediadores inflamatorios como las citocinas. Los pacientes con COVID-19 presentaron niveles sanguíneos elevados de citocinas y quimiocinas como interleucina (IL)-7, IL-8, IL-9, IL-10, factor estimulante de colonias de granulocitos, factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos, factor de necrosis tumoral alfa y VEGFA.^(9,11)

Al tratarse de un nuevo virus con una amplia gama de síntomas, los pacientes con SDRA recibieron tratamiento con antivirales y corticosteroides sistémicos, incluyendo inhibidores de la neuraminidasa (oseltamivir, peramivir, zanamivir), ganciclovir, aciclovir y ribavirina, así como metilprednisolona. Estos tratamientos redujeron el riesgo de muerte en pacientes con SDRA. También se utilizaron análogos de nucleósidos que afectan la estructura del ARN viral contra un amplio espectro de virus ARN, como favipiravir, favilavir, ribavirina, remdesivir, galidesivir e inhibidores de la proteasa. También se utilizaron tratamientos contra la malaria, como la cloroquina (CQ) y la hidroxicloroquina (HCQ), junto con terapias basadas en citocinas y oxigenación por membrana extracorpórea.^(9,11) Las principales compañías farmacéuticas han desarrollado vacunas, y actualmente hay 10 tipos producidos por los siguientes fabricantes: Pfizer/BioNTech, AstraZeneca/Oxford, Janssen, Moderna, Sinopharm, Sinovac, Bharat, Novavax, Casino y Valneva.⁽¹²⁾

La revisión identificó una amplia gama de estudios que abordan cuestiones directamente relacionadas con la relación y el desarrollo de la mucormicosis en pacientes con COVID-19. Se observaron variaciones geográficas en la prevalencia de la infección y se destacaron nuevos hallazgos sobre la relación entre la progresión del paciente y el desarrollo de mucormicosis según su estado. Entre los artículos revisados sobre mucormicosis relacionada con COVID-19, se sugiere que esta infección fúngica puede ser una complicación grave y potencialmente mortal de la enfermedad. Los factores de riesgo más significativos para la mucormicosis asociada a COVID-19 (MAC) son la diabetes mellitus tipo 2 mal controlada y el tratamiento con corticosteroides.⁽¹³⁾

La CAM se presenta con mayor frecuencia como mucormicosis rinoorbitocerebral (MRC), que afecta la nariz, los ojos y el cerebro. También se han reportado casos de mucormicosis pulmonar, cutánea y gastrointestinal. El diagnóstico de la CAM puede ser difícil, ya que los síntomas son similares a los de otras infecciones fúngicas y bacterianas. Los estudios de imagen, como la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), pueden ayudar a confirmar el diagnóstico.^(14,15)

El tratamiento de la MCA es complejo y requiere un enfoque multidisciplinario. El tratamiento inicial suele consistir en antifúngicos intravenosos, como anfotericina B desoxicolato o posaconazol. En algunos casos, puede ser necesaria la cirugía para extirpar el tejido infectado.⁽¹⁶⁾ La tasa de mortalidad de la MCA es alta, incluso con tratamiento. En un estudio que abarcó 18 países, la tasa de mortalidad a los 30 días fue del 58 %. Los artículos revisados ofrecen las siguientes recomendaciones para la prevención de la MCA en pacientes con COVID-19:^(16,17)

- Controlar adecuadamente la diabetes mellitus tipo 2.
- Evite el uso innecesario de corticosteroides.
- Esté alerta a los signos y síntomas de CAM, como dolor de cabeza, visión borrosa, dolor facial, tos con sangre y lesiones en la piel.

Como se observa en la literatura, este artículo es uno de los primeros en presentar la mucormicosis como un patógeno oportunista en las infecciones por COVID-19. Analiza la evolución del paciente y las comorbilidades y afecciones que pueden desarrollarse. Esta información se proporcionó tras analizar varios resultados de investigaciones previas. Detalla la alta mortalidad de los pacientes con mucormicosis como infección secundaria cuando la COVID-19 ya está presente. La mucormicosis post-COVID-19 es común en la India, especialmente entre los diabéticos tratados con corticosteroides. La tríada de SARS-CoV-2, corticosteroides y diabetes aumenta significativamente la incidencia de mucormicosis maxilofacial invasiva. La mucormicosis rinoorbitaria/rinocerebral es la infección notificada con mayor frecuencia. La mortalidad es mayor en los casos de COVID-19 con mucormicosis, lo que complica el panorama pandémico. El tratamiento incluye desbridamiento quirúrgico y anfotericina B, con resultados favorables en los casos tratados tempranamente.⁽¹⁸⁾

Históricamente, la mucormicosis se asocia con un mal pronóstico, pero en el caso de la COVID-19, el tratamiento temprano ha mostrado resultados favorables. La mortalidad es mayor en pacientes con mucormicosis post-COVID-19, lo que resalta la necesidad de medidas preventivas y un enfoque basado en el riesgo.⁽¹⁹⁾

La mucormicosis rinoorbitocerebral (MRC) es una presentación frecuente, que comienza en los cornetes nasales y se propaga agresivamente a las estructuras circundantes. La angiainvasión fúngica causa isquemia y necrosis tisular, con posibles complicaciones como tromboembolia en arterias y venas cercanas. Los pacientes pueden experimentar diversos síntomas, desde dolor facial y cefalea hasta proptosis, pérdida de visión y parálisis facial.^(20,21)

La morbilidad y la mortalidad asociadas con la mucormicosis en pacientes con COVID-19 siguen siendo una preocupación mundial importante. Hasta la fecha límite de esta revisión, se ha observado un aumento significativo de casos de mucormicosis asociada a COVID-19 (MAC) en diversas regiones del mundo, siendo India, Irán y Egipto los que presentan la mayor prevalencia, en particular en los estados de Gujarat y Maharashtra en India.^(20,22,23)

La prevalencia de MCA es notablemente mayor en pacientes con COVID-19 que presentan factores de riesgo subyacentes, como diabetes mellitus mal controlada y cetoacidosis diabética (CAD). Además, la administración sistémica de corticosteroides, un componente común en el tratamiento de pacientes graves con COVID-19, también se ha identificado como un factor desencadenante de la mucormicosis.⁽²⁴⁾ En cuanto a la epidemiología, se ha observado un aumento significativo de casos de MCA desde el inicio de la pandemia. Se han notificado casos en diferentes regiones, como el Reino Unido, Estados Unidos, Sudamérica, Europa, Oriente Medio y Asia, siendo India la más afectada, con una prevalencia más alta en comparación con otros países. La alta prevalencia regional en India puede atribuirse a factores como la gran población diabética y condiciones ambientales específicas, como el clima tropical y subtropical húmedo.⁽²⁵⁾

Se ha destacado el papel de la cetoacidosis y el hierro libre en la patogénesis de la mucormicosis, especialmente en pacientes diabéticos que desarrollan CAD. La acidosis en estos pacientes puede crear un entorno propicio para el crecimiento de hongos, en particular *Rhizopus oryzae*, comúnmente asociado con la mucormicosis. Además, la presencia de hierro libre en el suero de pacientes con CAD puede contribuir al crecimiento de Mucorales, ya que estos hongos dependen fundamentalmente de la adquisición de hierro del huésped como factor de virulencia.^(24,25)

La interacción entre la COVID-19 y la mucormicosis destaca el aumento temporal de los casos de mucormicosis tras el diagnóstico de COVID-19. La combinación de terapia con esteroides y la presencia de diabetes mellitus aumenta significativamente el riesgo de mucormicosis. Además, el deterioro del sistema inmunitario debido a la COVID-19, incluyendo linfopenia y desregulación de la expresión de interferón gamma, puede contribuir a la vulnerabilidad del paciente a la mucormicosis. Las manifestaciones clínicas de la CAM varían según el sitio de afectación, siendo la rinoorbital-cerebral la más común. Los síntomas incluyen dolor orbitofacial, edema orbitofacial, pérdida de visión, ptosis y obstrucción nasal, entre otros. También se ha observado afectación pulmonar, siendo fiebre, tos, disnea e hipoxia los principales signos y síntomas.⁽²⁶⁾

La mucormicosis asociada a la COVID-19 (MAC) es una infección fúngica oportunista grave causada principalmente por especies como *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus microsporus* y *Lichtheimia mucor*. Su manejo se basa en un tratamiento antifúngico inmediato, con anfotericina B liposomal como fármaco de elección, a menudo combinado con desbridamiento quirúrgico y corrección de los factores de riesgo subyacentes, en particular la diabetes no controlada y el uso de corticosteroides. A pesar de estas intervenciones, la MCA sigue presentando una alta morbilidad y mortalidad, con variaciones regionales en los resultados; la mortalidad es menor en zonas de alta prevalencia como la India. El diagnóstico precoz sigue siendo difícil, pero es fundamental para mejorar la supervivencia, lo que subraya la necesidad de investigación, vigilancia y estrategias preventivas continuas para mitigar su impacto.⁽²⁷⁾

CONCLUSIONES

La pandemia de COVID-19 ha estado acompañada de un marcado aumento en los casos de mucormicosis, especialmente en regiones como India, Irán y Egipto, donde los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 no controlada y aquellos que reciben terapia con corticosteroides son los más afectados. La interacción entre la hiperglucemia inducida por corticosteroides, la liberación de ferritina viral y la inmunosupresión crea un entorno altamente propicio para la proliferación fúngica, particularmente en individuos con cetoacidosis diabética. La mucormicosis en este contexto representa una complicación grave y potencialmente mortal que requiere un diagnóstico e intervención rápidos. El manejo estándar incluye terapia antifúngica intravenosa, principalmente anfotericina B liposomal, y desbridamiento quirúrgico cuando sea necesario. A pesar de estas medidas, la mortalidad sigue siendo alta, lo que subraya la urgente necesidad de un manejo clínico vigilante, estrategias preventivas y monitoreo continuo para mejorar los resultados de los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Azhar A, Khan WH, Khan PA, Alhosaini K, Owais M, Ahmad A. Mucormycosis and COVID-19 pandemic: Clinical and diagnostic approach. J Infect Public Health. [Internet]. 2022 Apr[consultado 07/02/2024]; 15(4): 466-479. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35216920/>

2. Kyuno D, Kubo T, Tsujiwaki M, Sugita S, Hosaka M, Ito H, Harada K, Takasawa A, Kubota Y, Takasawa K, Ono Y, Magara K, Narimatsu E, Hasegawa T, Osanai M. COVID-19-associated disseminated mucormycosis: An autopsy case report. *World J Clin Cases*. [Internet]. 2022 Oct [consultado 07/02/2024]; 10(28): 10358-10365. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9561594/>
3. Sharma R, Kumar P, Rauf A, Chaudhary A, Prajapati PK, Emran TB, Gonçalves Lima CM, Conte-Junior CA. Mucormycosis in the COVID-19 Environment: A Multifaceted Complication. *Front Cell Infect Microbiol*. [Internet]. 2022 Jul [consultado 07/02/2024]; 12:937481. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35923801/>
4. Steinbrink JM, Miceli MH. Mucormycosis. *Infect Dis Clin North Am* [Internet]. 1 de junio de 2021 [Internet]. [consultado 07/02/2024]; 35(2):435–52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34016285/>
5. Martín Gómez MT, Salavert Lletí M. Mucormycosis: perspectiva de gestión actual y futura. *Rev Iberoam Micol* [Internet]. 1 de abril de 2021 [consultado 07/02/2024]; 38(2):91–100. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-micologia-290-articulo-mucormycosis-perspectiva-manejo-actual-futuro-S1130140621000292>
6. Littlehales E, Teague R, Andrew D, Yassaie E. Mucormycosis en quemaduras: una revisión. *J Burn Care Res* [Internet]. 1 de marzo de 2022 [consultado 07/02/2024]; 43(2):353–60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34874443/>
7. Albízuri -Prado MF, Sánchez-Orta A, Rodríguez-Bandera A, Feito-Rodríguez M. Mucormycosis cutánea primaria por *Rhizopus arrhizus* en una niña de 8 años. *actas Dermosifiliogr* [Internet]. 1 de julio de 2018 [consultado 07/02/2024]; 109(6):562–4. Disponible en: <http://www.actasdermo.org/es-mucormycosis-cutanea-primaria-por-rhizopus-articulo-S0001731017305628>
8. Fernandes Q, Inchakalody VP, Merhi M, Mestiri S, Taib N, Moustafa Abo El-Ella D, et al. Variantes emergentes de COVID-19 y su impacto en el diagnóstico, la terapia y las vacunas del SARS-CoV-2. *Ann Med* [Internet]. 2022 [consultado 07/02/2024]; 54(1):524–40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35132910/>
9. Umakanthan S, Sahu P, Ranade A V., Bukelo MM, Rao JS, Abrahao -Machado LF, et al. Origen, transmisión, diagnóstico y manejo de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). *Postgrado Med J* [Internet]. 1 de diciembre de 2020 [consultado 07/02/2024]; 96(1142):753. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10016932/>
10. Zabidi NZ, Liew HL, Farouk IA, Puniyamurti A, Yip AJW, Wijesinghe VN, et al. Evolución de las variantes del SARS-CoV-2: implicaciones en el escape inmunológico, la vacunación y las estrategias terapéuticas y diagnósticas. *Virus*. [Internet]. 1 de abril de 2023 [consultado 07/02/2024]; 15 (4). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4915/15/4/944>
11. Lotfi M, Hamblin MR, Rezaei N. COVID-19: transmisión, prevención y posibles oportunidades terapéuticas. *Clínica Química Acta*. [Internet]. 1 de septiembre de 2020 [consultado 07/02/2024] ; 508: 254 –66. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com.translate.goog/science/article/pii/S0009898120302503? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>

12. Preguntas frecuentes: Vacunas contra el COVID-19 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]; 2023 [citado 07/02/2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/vacunas-contra-covid-19/preguntas-frecuentes-vacunas-contra-covid-19>
13. Balushi A Al, Ajmi A Al, Sinani Q Al, Menon V, Berieki Z Al, Shezawi A Al, et al. Mucormicosis asociada a COVID-19: una Oportunista hongos Infección. Una serie de casos y una revisión. Int J Infect Dis [Internet]. 1 de agosto de 2022 [consultado 07/02/2024]; 121:203 –10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35533833/>
14. El Korbi A, Bhar S, Bergaoui E, Harrathi K, Koubaa J. Mucormicosis rinocerebral posterior a COVID-19 : informe de un caso y revisión de la literatura. Revista médica panafricana. [Internet]. 2022 1 de mayo[consultado 07/02/2024];42. Disponible en : <https://www.panafrican-med-journal.com/content/article/42/202/full/>
15. Mahalaxmi I, Jayaramayya K, Venkatesan D, Subramaniam MD, Renu K, Vijayakumar P, et al. Mucormicosis : Un patógeno oportunista durante el COVID-19. Res. Medio Ambiente [Internet]. 1 de octubre de 2021 [consultado 07/02/2024];201. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34237335/>
16. Al-Tawfiq JA, Alhumaid S, Alshukairi AN, Tamsah MH, Barry M, Al Mutair A, et al. COVID-19 y sobreinfección por mucormicosis : la tormenta perfecta. Infección [Internet]. 1 de octubre de 2021 [consultado 07/02/2024];49(5):833–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34302291/>
17. Sundaram N, Bhende T, Yashwant R, Jadhav S, Jain A. Mucormicosis en pacientes con COVID-19. Indio J Ophthalmol [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [consultado 07/02/2024];69(12):3728–33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34827032/>
18. Chao CM, Lai CC, Yu WL. Mucormicosis asociada a COVID-19 : una amenaza emergente. J Microbiol Immunol Infect [Internet]. 1 de abril de 2022 [consultado 07/02/2024];55(2):183–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35074291/>
19. Samson R, Dharne M. Mucormicosis asociada a COVID-19 : tecnologías en evolución para un diagnóstico temprano y rápido. 3 Biotecnología [Internet]. 1 de enero de 2022 [consultado 07/02/2024];12(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34900512/>
20. Pasquier G. Mucormicosis asociada a COVID-19 en la India: ¿Por qué tal brote? J Mycol Med [Internet]. 1 de agosto de 2023 [consultado 07/02/2024];33(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37182234/>
21. Riera F, Marangoni LD, Allende BL, Allende C, Minoldo E , Martinatto C, et al. REVISIÓN DE CASOS DE MUCORMICOSIS Y ACTUALIZACIÓN DE MUCORMICOSIS. CASOS CLÍNICOS Y ACTUALIZACIÓN. Médico. [Internet]. 2014;71(4):192–8. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/med/article/view/11269>
22. Sharma A, Goel A. Mucormicosis : factores de riesgo, diagnóstico, tratamientos y desafíos durante la pandemia de COVID-19. Folia Microbiol (Praha) [Internet]. 1 de junio de 2022 [consultado 07/02/2024];67(3):363–87. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35220559/>

23. Sarfraz Z, Sarfraz A, Jaiswal V, Poudel S, Bano S, Hanif M, et al. El pasado, presente y futuro de la mucormicosis asociada a la COVID-19 : una revisión rápida. J Prim Care Salud Comunitaria [Internet]. 2022 [consultado 07/02/2024];13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35587142/>
24. Krishna V, Bansal N, Morjaria J, Kaul S. Mucormicosis pulmonar asociada a COVID-19 . J Fungi (Basilea) [Internet]. 1 de julio de 2022 [consultado 07/02/2024];8(7). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35887466/>
25. Hoenigl M, Seidel D, Carvalho A, Rudramurthy SM, Arastehfar A, Gangneux JP, et al. La aparición de mucormicosis asociada a COVID-19 : una revisión de casos de 18 países. Microbio Lancet [Internet]. 1 de julio de 2022 [consultado 07/02/2024];3(7):e543–52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35098179/>
26. Bhattacharyya A, Sarma P, Sharma D, Das K, Kaur H, Prajapat M, et al. Mucormicosis rino-orbitaria-cerebral en COVID-19: una revisión sistemática. Farmacol indio J. [Internet]. 1 de julio de 2021; 53 (4): 317–27. Disponible en: <https://www.frontiersin.org>
27. Dogra S, Arora A, Aggarwal A, Passi G, Sharma A, Singh G y otros. Mucormicosis en medio de la crisis de COVID-19: patogénesis, diagnóstico y nuevas estrategias de tratamiento para combatir la propagación. Frente Microbiol [Internet]. 4 de enero de 2022 [consultado 07/02/2024];12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35058909/>